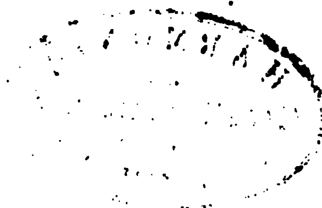



HARMONIE
Gesellschaft e. V.
WÜRZBURG

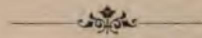
Himmel und Erde.

Illustrierte naturwissenschaftliche Monatsschrift.



Himmel und Erde.

Illustrierte naturwissenschaftliche Monatsschrift.



Herausgegeben

von der

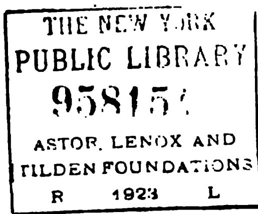
GESELLSCHAFT URANIA ZU BERLIN.

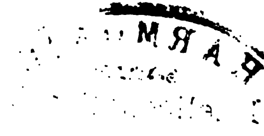
Redakteur: **Dr. P. Schwahn.**

XVII. Jahrgang.



BERLIN.
Verlag von Hermann Paetel.
1905.


THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS
R 1923 L



Verzeichnis der Mitarbeiter

am XVII. Bande der illustrierten naturwissenschaftlichen Monatsschrift „Himmel und Erde".



Inhalt des siebzehnten Bandes.

Grössere Aufsätze.

Mitteilungen.

Bibliographisches.

Himmelserscheinungen.



Namen- und Sachregister
zum siebzehnten Bande.



Centralteil des grofsen Nebels in der Andromeda.
(Photographiert mit dem 2füfsigen Reflektor des Yerkes Observatoriums.)



Über die Wirkung der Röntgen- und Radiumstrahlen auf die Pflanze.

Von Privat-Dozent Dr. M. Koernicke in Bonn.

Seit einiger Zeit beginnt die Entdeckung Röntgens wieder in besonderer Weise das Interesse weiterer Kreise zu erregen. Nachdem den Laien die Tatsache der feste Körper durchdringenden Strahlen nicht mehr in ungläubiges Staunen versetzt, er vielmehr durch die zahlreichen Vorführungen von Experimenten, von Röntgenphotographien, durch die in den Tagesblättern mehr oder weniger ausgeschmückten klinischen Berichte über das Auffinden von Fremdkörpern im menschlichen Organismus mit dem Phänomen immer mehr vertraut gemacht wurde, ist es eine nach einer anderen Seite gerichtete Wirkung der Röntgenstrahlen, die ihn neuerdings mit berechtigter Spannung in die Zukunft blicken läſst.

Mit Zunahme der Bestrahlungsversuche am Menschen muſste man auf schädigende Wirkungen aufmerksam werden, welche die Röntgenstrahlen auf die bestrahlten Hautflächen ausübten. Es zeigte sich da, und zwar erst einige Zeit — in den meisten Fällen nicht unter sieben Tagen — nach der Bestrahlung eine Rötung der Haut, ein oft starkes Brennen an den geröteten Stellen, Lockerung und dann Ausfallen der Haare, schlieſslich nach stärkerer Strahlungsintensität ein blasiges Abheben der Oberhaut, kurzum Erscheinungen, welche an Verbrennungserscheinungen erinnern. Ja, noch tiefergehende schädigende Veränderungen, wie Verkrüppelung der Finger etc. bei Ärzten, welche viele Bestrahlungen ausführten, wurden beobachtet. Das führte zu einer vorsichtigeren Anstellung der Bestrahlungsversuche, vor allem zu der jetzt allgemein durchgeführten Methode, die Umgebung der zu

bestrahlenden Stellen der Strahlenwirkung zu entziehen, was mit Hilfe von Bleiplatten, welche diese Strahlen in nur sehr geringem Maſse passieren lassen, geschah. Die geschilderte schädigende Wirkung war es nun, welche für die Therapie verwertet wurde. Da stellte sich heraus, daſs durch bestimmte Alterationen affizierte Teile der Haut durch die Röntgenstrahlen viel intensiver geschädigt werden als die sie umgebenden normalen Hautgewebe. Auf diese Weise gelangen z. B. die Zellen von Krebsgeschwüren auf der Haut zur Degeneration, während die an die Krebswunde grenzende Hautpartie entwickelungskräftig bleibt und imstande ist, die oft ekelhaft anzusehenden Krebswunden durch Neubildung gesunder Gewebepartien zu schlieſsen.

Als vor nunmehr einem Jahre die Einzelheiten über die Entdeckung eines neuen Elements, des Radiums, in die wissenschaftliche Welt drangen, als man vernahm, daſs auch vom Radium unsichtbare Strahlen, zum Teil von noch gröſserer Intensität in der Durchdringungsfähigkeit, als sie die Röntgenstrahlen besaſsen, ausgingen, da warteten die Mediziner keinen Augenblick, um auch die Verwertbarkeit der Radiumstrahlen für die Heilkunde zu prüfen. Auch hier waren es der Hauptmenge nach krebsartige Hautgeschwüre, an welchen Heilversuche mit Radiumbestrahlung angestellt wurden. Wenn diese Versuche auch günstig ausfielen, so konnten sie doch nicht als abgeschlossen gelten; es war notwendig, zunächst durch eingehendste Erforschung der Wirkung der Radiumstrahlen auf den lebenden Organismus, auf die in seinen Zellen eingeschlossene lebende Substanz, das „Protoplasma", die Basis zu erhalten, auf der fuſsend die Experimente am menschlichen Körper weiter und zwar zielbewuſst fortgesetzt werden konnten, welche zur Heilung jener armen Kranken führen, die sich mit ihren offenen, ekelerregenden Wunden wie Aussätzige im Verkehr mit ihren Mitmenschen gehemmt fühlen. So wurden auch auf Anregung von medizinischer Seite hin Versuche unternommen, welche dahin zielten, die Wirkung kennen zu lernen, welche Röntgen- und Radiumstrahlen auf den lebenden pflanzlichen Organismus ausüben. Über diese Versuche möchte ich hier, der freundlichen Aufforderung dieser Monatsschrift folgend, berichten.[1])

Eine Anzahl Angaben betr. die Wirkung der Röntgenstrahlen

[1]) Die Ergebnisse der bisherigen Versuche des Verf. sind niedergelegt in den Berichten der Deutschen botan. Gesellschaft, Jahrg. 1904, Bd. XXII., Heft 2, S. 148—166. Vergl. auch G. Perthes, Archiv für klinische Chirurgie, Jahrg. 1903, Bd. LXXI, Heft 4, S. 46 ff. und derselbe, Deutsche medizinische Wochenschrift, Jahg. 1904, No 17 u. 18.

auf Pflanzen waren schon seit deren Entdeckung gemacht worden, doch widersprachen sich die Ergebnisse, woran wohl zum Teil die Verschiedenheit der Versuchsanstellung schuld hatte. Die Aufgabe mufste von neuem in Angriff genommen werden. Aussicht auf Erfolg war vorhanden, da manche Verbesserung der Röntgeneinrichtungen das Experimentieren erleichterte. Vor allem ist man heutigen Tags imstande, die Strahlungsintensität, die man von der Röntgenröhre aus wirken läfst, wenigstens annähernd sicher zu bestimmen. Man bedient sich bei den Bestrahlungsversuchen des Holzknechtschen Chromoradiometers, d. h. eines neben das Versuchsobjekt zu legenden Reagenzkörpers, dessen Farbe sich mit der Dauer der Bestrahlung verändert. Wie bei einem Thermometer etwa die Zunahme der Wärme sich durch Steigen der Quecksilbersäule kennzeichnet, so gibt sich die Höhe der Bestrahlungsintensität an dem betr. Reagenzkörper durch verschieden tiefe Grünfärbung zu erkennen. Wie man dort den Wärmegrad an der Gradeinteilung ablesen kann, so hat man hier die Möglichkeit, die Stärke der Strahlenwirkung durch Vergleich mit einer Standardskala zu bestimmen, welche in aufeinander folgender Reihe die verschiedenen Farbennuancen enthält, die das Grün des Reagenzkörpers bis zu seiner gröfsten Tiefe durchmacht. Das, was bei dem Thermometer der Grad bedeutet, stellt hier den Unterschied von einer Nuance zur nächsten dar und wird Holzknecht-Einheit oder kurz „H" genannt.

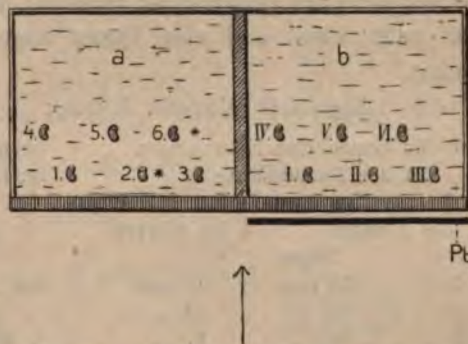


Fig. 1. **Skizze des Keimkastens von oben gesehen.** Die Holzwände sind durch Schraffierung angedeutet. Pb = Bleiplatte. * = Holzknechtscher Reagenzkörper. Vergl. im übrigen den Text.

Es wurden zunächst, um die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf wachsende Pflanzen zu studieren, Versuche mit Keimlingen von dicken Bohnen angestellt. Von drei Tage alten Pflänzchen gelangten zwölf Exemplare mit gleich langen (5 mm) Wurzeln in einen mit feuchtem Sägemehl gefüllten, auf einer Seite mit einer Holzplatte versehenen, ferner durch eine quergestellte Holzwand halbierten Zinkkasten (vergl. Fig. 1). In zwei der Holzplatte genäherten Reihen wurden sie in der aus der beigefügten Figur erkenntlichen Anordnung

gesetzt. Die eine Hälfte der äufseren Holzplatte erhielt eine Bleibedeckung (Pb). Zwischen zwei Exemplaren der ersten wie der zweiten Keimlingsreihe in der ungeschützten Kastenhälfte wurde dann je ein Holzknechtscher Reagenzkörper (* in der Fig.) ins Sägemehl gesteckt. Auf den so eingerichteten Kasten wirkten nun von der Holzplattenseite her die Strahlen einer ca. 10 cm entfernten Röntgenröhre (vergl. die im Bilde angegebene Pfeilrichtung) so lange, bis der Reagenzkörper in der ersten Reihe die Farbenintensität aufwies, die dem Bestrahlungsmafs von 24 H zukommt; der der zweiten Reihe zeigte dann die Wirkung von 20 H an. Die Wurzeln der Keimlinge wuchsen nach der Bestrahlung zunächst weiter, und es zeigte sich bei einer nach zwei und vier Tagen angestellten Kontrolle folgendes Resultat.

Die Länge der Wurzeln betrug:

bei den bestrahlten Exemplaren (in der Kastenhälfte a)			bei den vor der Bestrahlung geschützten Exemplaren (in der Kastenhälfte b)		
	am Ende des zweiten Tages	am Ende des vierten Tages		am Ende des zweiten Tages	am Ende des vierten Tages
bei 1 . . .	30 mm	36 mm	bei I . . .	66 mm	85 mm
„ 2 . . .	45 „	49 „	„ II . . .	75 „	125 „
„ 3 . . .	15 „	17 „	„ III . . .	98 „	155 „
„ 4 . . .	44 „	50 „	„ IV . . .	71 „	87 „
„ 5 . . .	42 „	45 „	„ V . . .	82 „	138 „
„ 6 . . .	35 „	55 „	„ VI . . .	75 „	140 „
Durchschnitt	35 mm	42 mm	Durchschnitt	78 mm	122 mm

Schon aus diesen Versuchen liefs sich ein wachstumhemmender Einflufs der Röntgenstrahlen konstatieren. Besonders interessant erscheint das Verhalten der mit I und IV bezeichneten, der hölzernen Querwand genäherten Exemplare der mit Blei geschützten Kastenhälfte. Da zeigte sich, wie aus der Tabelle hervorgeht, sowohl bei der ersten wie bei der zweiten Revision im Vergleich zu den übrigen Exemplaren der gleichen Kastenhälfte ein starkes Zurückbleiben der Wurzellänge, das sicher auf die Wirkung von Röntgenstrahlen zurückzuführen ist, die seitlich durch die hölzerne Querwand hindurchtraten.

Gröfseres Interesse verlangt noch ein ähnlich angestellter Versuch. Sechs eben ausgekeimte Bohnen kamen in zwei Reihen von je drei Exemplaren in die Sägemehlfüllung eines ähnlich, wie oben geschildert, eingerichteten Keimkastens. Querwand und Bleiverschalung wurden nicht angebracht. Die zweite Reihe der Keimlinge war weiter als beim vorigen Versuch von der ersten entfernt. Die Be-

strahlung geschah auch hier von der Holzwand her und zwar, bis der der Strahlenquelle genäherte Reagenzkörper der ersten Reihe 26 H, der entferntere der zweiten 16 H angab. In einem anderen gleichen Kasten war eine Kontrollkultur von ebenfalls sechs Bohnenkeimlingen angesetzt worden. Als Resultat ergaben sich folgende Wurzellängen:

bei den bestrahlten Exemplaren

		am Ende des zweiten Tages	am Ende des fünften Tages	am Ende des neunten Tages
1. Reihe	bei 1 . . .	45 mm	51 mm	54 mm
	„ 2 . . .	55 „	61 „	62 „
	„ 3 . . .	25 „	31 „	31 „
2. Reihe	„ 4 . . .	65 „	91 „	110 „
	„ 5 . . .	60 „	75 „	98 „
	„ 6 . . .	36 „	40 „	52 „
	Durchschnitt	48 mm	58 mm	68 mm

bei den nicht bestrahlten Exemplaren

		am Ende des zweiten Tages	am Ende des fünften Tages	am Ende des neunten Tages
1. Reihe	bei I . . .	46 mm	131 mm	üppige
	„ II . . .	52 „	125 „	Ausbildung
	„ III . . .	45 „	114 „	des Wurzel-
2. Reihe	„ IV . . .	46 „	118 „	systems,
	„ V . . .	75 „	141 „	zahlreiche
	„ VI . . .	90 „	174 „	Seitenwurzeln.
	Durchschnitt	69 mm	134 mm	

Die Wurzeln der bestrahlten Exemplare hatten allmählich eine bräunliche Färbung angenommen, während die der Kontrollpflanzen normal gelblichweifs erschienen. Sie blieben zunächst auf der in der dritten Kolumne angegebenen Länge stehen; ebenso die Sprossen, welche bis zur durchschnittlichen Höhe von 3 cm herangewachsen waren. Acht Tage nach dem Termin, an welchem der Stillstand im Wachstum eingetreten war, nahmen zwei Exemplare der zweiten Reihe, am zehnten auch das dritte Exemplar das Wachstum wieder auf, indem die äufserste bräunliche Spitze der Wurzel von einer hinter ihr sich entwickelnden, normal aussehenden, neuen Wurzelspitze abgestofsen wurde. Im weiteren Verlaufe brachen aus dem älteren, bräunlichen und dem neu hinzugekommenen, gelblichweifsen Teil Seitenwurzeln hervor; Sprofs- und Wurzelsystem entwickelten sich weiter, blieben jedoch in ihrer Ausdehnung hinter derjenigen der Kontrollpflanzen zurück. Die Sprossen und Wurzeln der Pflänzchen der ersten Reihe blieben auch weiterhin auf ihrer, neun Tage nach der Be-

strahlung erreichten Entwickelungsgröfse stehen; die einzelnen Teile erschienen dabei lebenskräftig und saftreich und liefsen sich so über einen Monat lang erhalten, worauf die Wurzel zu faulen und die ganze Pflanze abzusterben begann.

Die wachstumhemmende Wirkung der Röntgenstrahlen liefs sich somit auch aus diesem Versuch erkennen. Es war festzustellen, dafs bei genügend starker Strahlungsintensität ein dauernder Stillstand im Wachstum erzielt wird, bei unzureichender Wirkungskraft dieser Stillstand überwunden werden kann, die Wurzeln und mit ihnen auch die Sprossen ihr Wachstum wieder aufzunehmen vermögen.

Im Wachstum dauernd gehemmt wurden auch Sprossen von dicken Bohnen, die bis zur Intensität von 20 H bestrahlt worden waren. Der Stillstand trat bei ihnen erst zwölf Tage nach der Bestrahlung ein.

Nachdem diese Resultate gewonnen waren, lag die Frage nahe, wie sich im Gegensatz zu den in voller Entwickelung begriffenen Pflanzenteilen solche verhalten, welche sich im Stadium latenten Lebens befinden, wenn sie der Wirkung der Röntgenstrahlen ausgesetzt werden? Um sie zu lösen, wurden Samen, und zwar neben dicken Bohnen auch Wicken- und Rübsensamen, bestrahlt. In allen Samen befindet sich der lebende Bestandteil, das Protoplasma, in einem Zustand, den wir als Scheintod bezeichnen können. Die Lebenskräfte schlummern in ihm, sie können durch Versetzen der Samen in die geeigneten Bedingungen erweckt werden. Wurden nun die Samen bis über 20 H bestrahlt, dann sofort gequollen und in feuchtes Sägemehl gebracht, so keimten alle aus, und zwar meist etwas früher als die nichtbestrahlten, sonst ganz gleich behandelten Kontrollsamen. Zehn Tage nach der Bestrahlung waren die Bohnen- und Wickenwurzeln auf einer Länge von 16—32 mm stehen geblieben, während die Rübsenkeimlinge bemerkbare Wachstumshemmung nicht erfahren hatten und auch weiterhin nicht erfuhren. 24 Tage nach Sistieren des Wachstums begannen die Wurzeln der dicken Bohnen und Wicken zu faulen.

Abweichende Resultate ergab die gleich starke Bestrahlung von gequollenen Samen derselben Pflanzenarten, Samen somit, deren Plasma wieder zur Lebenstätigkeit erweckt war. Da war keine Beschleunigung der Keimung im Vergleich zu derjenigen der Kontrollpflanzen zu konstatieren. Vier Tage nach der Bestrahlung waren alle Samen gekeimt, und zwei Tage später blieben die Keimwurzeln der dicken Bohnen im Wachstum stehen, während die der Wicken- und Rübsensamen zunächst weiter wuchsen. Nach weiteren zwei Tagen

waren auch die Wurzeln der Wicken im Wachstum stehen geblieben, die Rübsenwurzeln jedoch nicht; und wieder drei Tage später hatten die Wurzeln der dicken Bohnen und Wicken ihr Wachstum nochmals aufgenommen, die Pflänzchen entwickelten sich normal weiter. Dafs unterdessen die Kontrollpflanzen sich stattlicher entwickelt hatten, liegt auf der Hand. Nur beim Rübsen hatte die Bestrahlung keine deutlich wahrnehmbaren Folgen gehabt; beide, aus bestrahlten und nicht bestrahlten Samen hervorgegangenen Kulturen waren ziemlich gleich entwickelt, was auf eine besonders starke Widerstandsfähigkeit der Rübsensamen hinweist, auf die wir noch bei Schilderung der Radiumversuche zurückkommen werden.

Eine Tötung der Keimkraft der genannten Samen konnte übrigens nicht erreicht werden; auch dann keimten trockene und gequollene dicke Bohnen- und Rübsensamen, wenn sie zweimal mit kürzerem oder längerem Intervall bis zu einer Intensität von mehr als 20 H der Strahlenwirkung ausgesetzt worden waren.

Was als das Eigentümliche bei den geschilderten Wirkungen der Röntgenstrahlen auf Wachstum und Keimung zu gelten hat, ist die Tatsache, dafs zunächst keine Äufserung des hemmenden Einflusses der Strahlen zu bemerken ist. Gerade so wie bei der Bestrahlung der menschlichen Haut durch die Röntgenstrahlen erst nach einiger Zeit, oft erst nach Wochen ein Defekt sich äufserlich zu erkennen gibt, so ist auch hier Ursache und Wirkung (d. h. die Äufserungen einer Wirkung) durch einen mehr oder weniger langen Zeitraum getrennt, die Wachstumshemmung erfolgt erst einige Zeit nach der Bestrahlung.

Ähnliche, doch weiter ausgedehnte Versuche, wie die mit Röntgenstrahlen, wurden nun, um auch über die Wirkung der Radiumstrahlen auf den lebenden Organismus Klarheit zu erhalten, mit diesen angestellt. Wie bei den vorhin geschilderten Experimenten darauf verzichtet wurde, die verschiedenen Komponenten des von der Röntgenröhre ausgehenden Erscheinungskomplexes von einander zu sondern, um sie getrennt einwirken zu lassen und so eventuell den Anteil bestimmen zu können, den die einzelnen an der Wirkung auf die lebende Substanz haben, so liefs ich auch die in Glasröhrchen eingeschlossenen Radiumsalzproben ohne Isolierung der einzelnen von ihnen ausgehenden Strahlengattungen auf die Versuchsobjekte wirken. Allerdings war durch die Art der Aufbewahrung der zur Verwendung kommenden Präparate in Glasröhrchen ausgeschlossen, dafs die Radiumemanation sowohl als auch die α-Strahlen bei einer Wirkungsäufserung

als Schuldige in Betracht kamen. Beide vermögen die Glaswand nicht zu durchdringen, so dafs nur β- und γ-Strahlen zur Wirkung gelangen können.[1] Das Präparat, welches bei den zu schildernden Versuchen in Anwendung kam, war reines kristallisiertes Radiumbromid in Mengen von 5 resp. 10 mg. Es sei gleich an dieser Stelle bemerkt, dafs kein erheblicher Unterschied in der Wirkung beider Mengen auf die Versuchsobjekte zutage trat.

Auch hier lieferten die dicken Bohnen das Versuchsmaterial. Bei diesen liegt der Embryo im unteren Teile einer Schmalseite des flachgedrückten Samens. Mit der Embryoseite wurden die Radiumröhrchen in Berührung gebracht, und zwar zunächst an trockenen Samen. Verschieden lange, 9 Stunden bis 3 Tage, liefs man das Radium einwirken. Da zeigte sich, dafs die Samen sämtlicher Versuche gut keimten, in normaler Weise sich weiter entwickelten, bis die Wurzeln nach 3 Tagen plötzlich im Wachstum innehielten und auf einer Länge von 7—20 mm stehen blieben (vergl. Fig. 2, a). Monatelang konnten die Keimpflanzen auf diesem Zustand verharren. Die Wurzeln erschienen kurz gedrungen, leicht bräunlich und sehr kräftig; der Sprofs war nur schwach entwickelt.

Samen, welche nach der Bestrahlung kürzere oder längere Zeit von 24 Stunden bis zu 3 Monaten, ruhten und erst dann in die für die Keimung nötigen Bedingungen versetzt wurden, wiesen dasselbe Verhalten auf, ein Zeichen dafür, dafs die durch die Radiumbestrahlung den Objekten induzierten Eigenschaften fernerhin erhalten blieben. Diese verharren so lange in latentem Zustand, bis die Aktivität des Organismus wächst, in dem Moment beginnen sie sich zu offenbaren.

Auch bei verschieden lang gequollenen und dann bestrahlten Samen stellte sich 3—4 Tage nach der Bestrahlung das Wachstum der Keimwurzeln ein. Doch waren die Wurzeln zur Zeit des Stillstandes meist etwas länger als die aus trocken bestrahlten Samen hervorgegangenen (vergl. Fig. 2, b). Zwölf Tage nach erfolgtem Wachstumsstillstand wurden die zu gleicher Zeit bestrahlten Bohnen des vorletzten und des letzten Versuchs zusammen mit einer gleich alten, in normalen Bedingungen gelassenen Kontrollpflanze photographiert (Fig. 2).

[1]) Über die physikalischen Eigenschaften des Radiums vergl. den vortrefflichen Aufsatz von B. Donath in dieser Monatsschrift, Heft 7 des vorigen Jahrganges, und W. Hofmann, Die radioaktiven Stoffe nach dem neuesten Stande der wissenschaftlichen Erkenntnis, München bei J. A. Barth, 2. Aufl. 1904.

Die Wirkungskraft des Radiums auf die Entfernung hin wurde in folgender Weise erprobt. In den feuchten Raum einer kleinen, mit nassem Fliefspapier ausgekleideten Kristallisierschale wurde ein Radiumröhrchen gestellt, dicht daran und in Entfernung von 2 und 4 cm je eine gequollene Bohne gebracht. Nach $3^1/_2$ tägiger Einwirkung hatten alle Bohnen ihre Keimwurzeln herausgestreckt; der dem Radium zunächst befindliche Bohnenkeimling zeigte eine Wurzellänge von 8 mm, während die beiden anderen schon 24 mm lange Wurzeln besafsen. In feuchtes Sägemehl gesteckt, zeigte die erste Bohne nach 3 Tagen Wachstumsstillstand der Wurzel auf einer Länge von 13 mm; die Wurzeln der beiden andern hatten 42 resp. 95 mm Länge erreicht und entwickelten sich weiter. Die erstere von beiden zeigte weiterhin ein starkes Zurückbleiben in ihrer Entwicklung gegen die letzte, ohne jedoch sonst abnormes Aussehen aufzuweisen. Auch die Sprofsentwicklung ging langsamer von statten, so dafs man annehmen darf, dafs auf 2 cm eine Beeinflussung durch das Radium stattgefunden hatte. Wie das Aussehen der Pflanze, welche sich aus der 4 cm vom Radium entfernt gewesenen Bohne entwickelt hatte, im Vergleich zu dem eines Kontrollexemplars lehrte, hatte das Radium nicht die Kraft, auf diese Entfernung hin nachhaltig zu wirken. — Abschwächung der Radiumwirkung, wenn auch nicht in hervorragendem Mafse, konnte durch Umhüllung des Radiumröhrchens mit einer doppelten Lage dicken, schwarzen Papiers erreicht werden. Da kamen die Keimlingswurzeln erst nach 8 Tagen bei einer Länge von 14—19 mm zum Stillstand.



Fig. 2.
a. Trocken mit Radium bestrahlte und dann gekeimte Bohne,
b. gequollen bestrahlte und dann gekeimte Bohne, beide 12 Tage nach Wachstumstillstand photographiert. c. gleich alte unter normalen Bedingungen ausgesetzte Kontrollpflanze.

Ganz ähnlich verlaufende Wachstumssistierung zeigte sich auch

nach genügend langer Bestrahlung an kürzeren und längeren Keimwurzeln. Bei den letzteren traten bald nach erfolgtem Wachstumsstillstand der Vegetationsspitze aus den weiter zurückliegenden und von der Radiumwirkung weniger oder gar nicht betroffenen Teilen zahlreiche Seitenwurzeln hervor, welche die Funktionen der langsam zu Grunde gehenden Hauptwurzel übernahmen.

Sehr resistent gegen die Radiumstrahlen erwiesen sich die Samen von Rübsen, die ja auch den Röntgenstrahlen gegenüber sich so widerstandsfähig gezeigt hatten. Erst nach einer zehntägigen Bestrahlung mit Radium zeigte sich eine auffällige Reaktion; die Keimlinge erreichten blofs eine geringe Gröfse, die Keimblätter entwickelten sich nicht, so dafs die Samenschale nicht abgestreift werden konnte, sondern auf dem kurzen Stengelchen wie eine Kappe sitzen blieb, bis etwa zehn Tage nach Sistieren des Wachstums die Keimlinge zu Grunde gingen. Eine längere Einwirkungsdauer des Radiums würde wohl zur Zerstörung der Keimkraft der Samen geführt haben.

Die an ihrer Vegetationsspitze bestrahlten Sprossen von dicken Bohnen zeigten schon bald nach der Einwirkung des Radiums eine Verlangsamung des Wachstums den Kontrollpflanzen gegenüber. In manchen Fällen genügte schon eintägige Bestrahlung, um Wachstumsstillstand herbeizuführen. Das Sprôfschen des in Fig. 3 dargestellten Bohnenpflänzchens hatte bei Beginn der Bestrahlung seines Sprofsendes 3 cm Länge. Drei Tage lang wirkte das Radium darauf ein; am zweiten Tage hatte es $3^1/_2$ cm Länge erreicht. Bei dieser Länge verharrte es auch, nachdem das Radium entfernt worden war. Vierzig Tage nach erfolgtem Wachstumsstillstand wurde es zugleich mit seiner normalen Kontrollpflanze, deren Sprofs unterdes 70 cm lang geworden war, photographiert (Fig. 3).

Da die wirksame Bestrahlungssphäre des Radiumpräparates sich nur auf die Vegetationsspitze und deren nächste Umgebung, nicht aber auf die weiter entfernten Stengelteile erstreckte, so ist erklärlich, dafs bei Bestrahlungsversuchen an dem Gipfel höherer Pflänzchen zunächst ein Stillstand im Wachstum nicht stattfand; erst als die von der Radiumwirkung entfernten Stengelteile sich gestreckt hatten, trat der Stillstand ein. Auf die begrenzte Wirkungssphäre des Radiums ist es auch zurückzuführen, dafs an den unteren Teilen des Stengels bald Achselknospen zu Sprossen sich entwickeln konnten, oder neue Schöfslinge angelegt wurden, deren Entwicklung durch die Inaktivierung des Hauptsprosses angeregt wurde.

Ganz eigenartige Resultate ergaben die Experimente mit niederen

pflanzlichen Organismen, wie Schimmelpilze und Bakterien. Von Schimmelpilzen wurde zu Versuchen herangezogen Aspergillus niger, jener Schimmel, der sich neben dem allgemein verbreiteten grünen Gieſskannenschimmel auf altem, feuchten Brot einstellt, einen Filz von zarten weiſsen Fäden bildet, der sich alsbald mit kleinen schwarzen



Fig. 3. Rechts: bestrahlte, links: nicht bestrahlte gleich alte Bohnenpflanze.

Pusteln bedeckt. Diese schwarzen Gebilde stellen eine sog. Fruchtform des Pilzes dar. Es sind die Anhäufungen der auf einem Träger sitzenden winzigen Kugelzellen von schwarzer Farbe, Conidien genannt, die leicht abfallen, vom Winde weitergetragen werden, bis sie auf eine geeignete Unterlage gelangen, wo sie keimen und ein vielverzweigtes Fadenwerk erzeugen können, welches seinerseits wieder Conidienträger zur Entwicklung bringt. Derartige Conidien gelangten

in einer mit Nährlösung beschickten Kristallisierschale zur Aussaat. Dicht über der Oberfläche der so infizierten Lösung fand das Röhrchen, in dessen eines Ende das Radiumsalz durch Schütteln gebracht worden war, seinen Platz, und zwar hing es in zwei an der Innenseite des Schalendeckels mit Siegellack befestigten Drahthaken, seine Längsachse parallel mit der Lösungsoberfläche gerichtet. (Vergl. Figur 4.) Nach zwei Tagen war die Lösung mit einem dichten weifsen Filz von Pilzfäden überzogen, nur an der Stelle, über der das Radium lag, war ein Loch geblieben, welches sich bis zum Ende des Versuchs, mehr als einen Monat nach der Bestrahlung, erhielt. Am dritten Tage zeigte sich die weifse Pilzdecke besetzt mit den dunklen Pusteln der Conidienhäufchen, die weiterhin dicht die ganze Oberfläche überzogen. Die Conidienträgerbildung hatte jedoch in der Nähe des Loches Halt gemacht, und auch nach der Entfernung des Radiums, am dritten Tage der Einwirkung, bildete der das Loch umgebende Rand der Pilzdecke keine Conidien und hob sich dadurch scharf von der allmählich immer tiefer schwarz erscheinenden übrigen Pilzdecke ab. (Vergl. Fig. 5.)



Fig. 5. Ergebnis der Bestrahlung einer Schimmelpilzkultur-Aufsicht. Über der hell erscheinenden Stelle befand sich das Radium. Ca. $^{3}/_{4}$ nat. Gr.



Fig. 4. **Skizze der Versuchsanstellung mit Schimmelpilzen.**
In dem linken Ende des an zwei Haken aufgehängten Glasröhrchens befindet sich das Radiumsalz Ra.

Zur weiteren Instruktion über diese eigentümlichen Verhältnisse wurde ein anderer Versuch folgendermafsen angestellt. Ein desinfiziertes Radiumröhrchen erhielt einen Überzug von Nährgelatine,

in welchem die Conidien gleichmäfsig verteilt waren, und wurde in feuchtem Raum aufgehängt. Nach einem Tag hatte sich auf dem Gelatinebelag des Röhrchens eine zarte Pilzdecke ausgebildet, ausgenommen das unterste, das Radium enthaltende Ende, wo die Conidien nur kurze Keimschläuche gebildet oder überhaupt nicht gekeimt hatten. Am nächsten Tage war die Pilzdecke mit Conidienträgern besetzt, deren Zahl nach unten zu allmählich abnahm. Etwa 12 mm vom untern, das Radium enthaltenden Ende entfernt, hörte ihre Bildung auf, und auch späterhin wurde diese Grenze ihrer Entwicklungsfähigkeit von den Conidienträgern nicht überschritten. (Vergl. Fig. 6.) Die mikroskopische Untersuchung einer dem Radiumende entnommenen Gelatinepartie wies neben abnormen Keimungsstadien noch eine Anzahl ungekeimter Conidien auf. Brachte man diese in frische Nährgelatine, so entwickelten sich nach mehrtägiger Verzögerung Pilzdecke und Conidien. Ebenso war das Pilzgeflecht, welches etwas weiter vom Radium entfernt gewesen, aber noch so stark beeinflufst worden war, dafs es nicht zur Conidienbildung schreiten konnte, imstande, auf frischen Nährboden übertragen, wenn auch nach längerem Zeitraum, sein Wachstum wieder aufzunehmen und Conidien zu bilden.[1])



Fig. 6. Schimmelpilzkultur auf einem mit Nährgelatine überzogenen Radiumröhrchen. Im unteren Ende befindet sich das Radiumsalz. Ca. $^3/_4$ nat. Gr.

Eine ähnliche Versuchsreihe wurde mit Bakterien angestellt. Statt mit Conidien wurde die Nährgelatine, welche das Radiumröhrchen überziehen sollte, mit Leuchtbakterien geimpft. Die Bakterien entwickelten sich sehr gut auf dem gelatinierten, im feuchten Raum gehaltenen Röhrchen, sie leuchteten im Dunkeln sehr intensiv, ein Zeichen für die besonders starke Lebenstätigkeit dieser Bakterien. Nach $2^1/_2$ Tagen hatte das Leuchten der dem Radium zunächst befindlichen Partie merklich nachgelassen, und nach vier Tagen leuchteten die dem radiumhaltigen Ende des Röhrchens entnommenen Proben überhaupt nicht mehr, während der weiter vom Radium entfernte Gelatineüberzug in deutlichem Bakterienlicht schimmerte. In frische Nährgelatine gebracht, erhielten die dem unteren Ende entnommenen Bakterienproben nach einigen Tagen ihre Leuchtkraft wieder. Sie

[1]) Eine bis viertägige Bestrahlung von trockenen Conidien hatte nur die Wirkung, dafs die Keimung der Bestrahlungsdauer entsprechend, mehr oder weniger verzögert wurde.

waren fünf Tage nach ihrer Übertragung auf den neuen Nährboden wieder zu stark leuchtenden Flecken herangewachsen. Dafs die so lange dem Radium exponiert gewesenen Bakterien nicht getötet waren, lag wohl daran, dafs die α-Strahlen, welchen gerade, bestimmten Angaben zufolge, die bakterientötende Kraft innewohnt, wegen ihres Unvermögens das Glas zu durchdringen, nicht auf die Kulturen wirken konnten.

Eine wachstumhemmende Kraft kommt also den Ergebnissen der geschilderten Versuche zufolge auch den Radiumstrahlen zu. Ob die ständige Wirkung der Radioaktivität, welche Erde, Wasser und Luft in gröfserem oder geringerem Mafse besitzen, einen merklichen Einflufs auf die Entwicklung der Organismen ausübt, wird erst dann zu entscheiden sein, wenn die Untersuchungen über den Charakter und die Stärke dieser Radioaktivität weiter gefördert sind.

Das, was zum Schlufs besonders hervorgehoben sei und was durch die im Vorhergehenden niedergelegten Untersuchungen als erwiesen zu gelten hat, ist die Tatsache der Ähnlichkeit von Röntgen- und Radiumstrahlen in ihren physiologischen Wirkungen. Gleiche physiologische Effekte lassen sich durch beide Strahlengattungen erzielen. Eine Frage der nächsten Zukunft ist es, ob die Radiumpräparate noch mehr, als bisher geschehen, in Krankheitsfällen, bei deren Heilung sich die Röntgenstrahlen wirksam erwiesen haben, in Anwendung kommen können. Es würde so wenigstens für diese Zwecke die komplizierte Einrichtung des Röntgenapparats und seines Zubehörs unnötig werden, das Radiumpräparat allein würde sie ersetzen und so eine grofse Vereinfachung im Heilverfahren erzielt sein.





Der Aufbau des Weltgebäudes.

Von Dr. F. Ristenpart in Berlin.

Ein Problem, so alt wie die Menschheit, ein Problem, das in gewissem Sinne das höchste Ziel astronomischer Forschung bildet, ist die Frage nach dem Aufbau des Weltgebäudes. Diese Frage ist so zu formulieren: Wenn es dem geistigen Auge möglich wäre, sich vollkommen frei zu machen von den Fesseln, mit denen unser Körper angeschmiedet ist an einen Planeten, der seinerseits als ein gehorsamer Trabant eine der Sonnen des Alls umkreist, und wenn wir unsern Standpunkt aufserhalb des Komplexes der Sterne im leeren Raum wählen und mit unendlicher Sehschärfe die Möglichkeit verbinden könnten, unsern Ort aufserhalb der Sternenwelt nach Belieben zu wechseln, welches Gesamtbild böte sich dann dem alles überblickenden Auge von dem Weltganzen? Aber schon diese Fragestellung macht eine unbewiesene Voraussetzung: Gibt es überhaupt ein „Aufserhalb" der körperlichen Welt. Wenn wir indessen bescheidener unser Problem fixieren auf eine Vorstellung über den Komplex von Körpern, welchen die Windungen der Milchstrafse umschliefsen, und diesen einstweilen mit dem Namen Welt bezeichnen, so ist die Aufgabe klar umrissen; denn das Milchstrafsensystem ist zweifellos nach aufsen begrenzt, und es von aufsen mit einem Blick zu umfassen, ist eine Aufgabe, die wenigstens gestellt werden kann. Der heutige Stand unseres Wissens bezüglich derselben soll hier kurz skizziert werden. Generation um Generation wird sich weiter um ihre Lösung bemühen. Vollständig gelöst wird sie nie werden, ist es doch das Eigentümliche menschlicher Forschung, dafs ihr Endziel unerreichbar ist.

Aber es ist nur ein Ausflufs des tiefen Dranges des Menschengeistes nach dem letzten Grunde aller Dinge, dafs Vorstellungen über die Welt als Ganzes uns bereits in den ältesten Zeiten astronomischer Forschung begegnen, als dieselbe sich aus der mythologischen Hülle eben erst loszuschälen begann. Das Weltgebäude als Ganzes

war bereits das Ziel der Spekulation, ehe die Beobachtung einen einzigen Baustein dazu beigetragen hatte, mit Ausnahme des augenfälligsten, der Milchstrafse (Galaxia). Dieses im Dunstkreis unserer grofsen Städte dem Auge fast ganz verborgene, aber auch in den Ebenen des deutschen Flachlandes unauffällige Gebilde schlingt in den Grenzländern des Mittelmeers, wo die Wiege unserer Wissenschaft stand, wie ein breiter vielverästelter Silberstrom und auf $^1/_3$ seines Umfanges geteilt, einen vollen Kreis um das Firmament. Und so beschäftigen sich denn alle kosmologischen Theorien der antiken Astronomie mit der Milchstrafse. Da war sie die Spur, welche die Sonnenrosse am Firmament an jenem Tage eingeschlagen hatten, als die unkundige Hand des Phaethon, anstatt der geübten seines Vaters sie gelenkt, oder, wenn sich die Griechen die Sterne in eine ungeheure Sphäre eingeheftet dachten, mit welcher sie, gegenseitig unbeweglich, sich in 24 Stunden um die Sonne drehten, so hatte Vulkan an der Stelle der Milchstrafse die beiden Halbkugeln zusammengeschweifst. Nur eine richtige Vorstellung stammt aus jenen Tagen, „da der Dichtung zaubervoller Schleier sich noch lieblich um die Wahrheit wand“, die Ansicht Demokrits, dafs der Schimmer der im gröfsten Kreis verlaufenden Milchstrafse von dem zusammenfliefsenden Licht aufserordentlich vieler, dicht gedrängt stehender Sterne erzeugt sei und dafs diese im Raum nahezu in einer Ebene angeordnet seien, in welcher auch die Sonne steht. Hierzu hat die moderne Forschung nur noch hinzugefügt, dafs auch wirkliche Nebelmassen vor und zwischen den Sternen zum Bilde mitwirken.

Die grofsen Reformatoren der Ptolemaeischen Weltanschauung vom Planetensystem änderten nichts Wesentliches an der Vorstellung von der isolierten Position der Sonne im Innern der Fixsternkugel. Zahlenspielereien, die Kepler in den Harmonices mundi aufstellt, lehnt er dann selbst ausdrücklich ab, „da das Kopernikanische System nichts über die Natur der Sterne aussage“. Als nun aber das Fernrohr immer neue und immer schwächere Sterne zwischen den bekannten entdeckte, da mufsten die Sterne aus ihrer sphaera heraustreten, die hellen näher an die Sonne heran, die schwachen weiter zurück; nun war der Raum der Fixsternwelt ein dreidimensionaler geworden, und Huyghens äufserte 2 Jahre vor dem Ablauf des 17. Jahrhunderts die ketzerische Ansicht, dafs die Sterne der Sonne an Gröfse gleich seien, eine Anschauung, die uns so natürlich erscheint, dafs die Sonne ein Stern unter Sternen, dafs die Sterne Sonnen anderer Planetenwelten sind. Und bald nach der Mitte des

18. Jahrhunderts traten dann Wright, Kant, Lambert und Michell auf mit Spekulationen, die vieles sympathische haben und dennoch, da kein Beobachtungsmaterial ihnen zugrunde lag, heute nur noch ein historisches Interesse besitzen können. Am meisten ausgebaut ist Lamberts Theorie von den 5 Ordnungen des Weltalls. Das Planetensystem bildet mit der Sonne im Mittelpunkt die niederste Ordnung, die Sonne und ihre Schwestersonnen ordnen sich zusammen zu einem Sternhaufen, einem Systeme zweiter Ordnung. Kant nimmt in diesem einen dominierenden Mittelpunkt, eine Zentralsonne, an und hält Sirius dafür, Lambert meint hingegen, ein Stern sei nicht grofs genug als Zentralkörper für andere Sterne, und denkt sich eine dunkle grofse Masse im Mittelpunkt der Welt, z. B. den Orionnebel, den eine nahestehende Sonne matt erleuchten solle. Die Entfernungen, welche die einzelnen Sterne eines Sternhaufens trennen, sind geradeso Vieltausendfache ihrer Durchmesser, wie im Planetensystem die Abstände der Planeten voneinander und von ihrer Sonne. Die Sternhaufen ordnen sich nun hinter- und nebeneinander, nicht übereinander, zu dem System dritter Ordnung, der Milchstrafse. Der Milchstrafse koordiniert sind die Nebelflecke, die ihrerseits für sehr entfernte Ansammlungen von Sternhaufen gehalten werden, und die Gesamtheit aller Nebelflecke mitsamt dem unsrigen, der Milchstrafse, ordnet sich in ein System vierter Ordnung, von wo der Weg zu dem Systeme fünfter Ordnung zunächst nur ein Analogieschlufs ist und sich für den spekulierenden Geist in der Unendlichkeit verliert.

Nun aber tritt zum erstenmal die exakte Forschung auf den Plan mit Wilhelm Herschel, einem deutschen Musiker, der, nach England übergesiedelt, die Harmonie der Töne mit der der Sphären vertauschte und mit eigener Hand die Spiegel schliff, mit denen er sich dann seine Riesenfernrohre, erst von 20, dann von 40 Fufs Brennweite herstellte. Neben den vielen Entdeckungen, um welche er unsere Kenntnis von Planeten- und Fixsternwelt erweitert hat, ging er auch alsbald auf das höchste Problem los, das Gesetz zu finden, nach welchem der ganze Fixsternkomplex aufgebaut ist. Wie wir unser Senkblei hinablassen in die Ozeane, bis es Grund findet, und dann aus den gemessenen Tiefen uns die Gestaltung des Meeresbodens in anschaulichem Bild vorführen können, so schleuderte er die Absehenslinie seines Fernrohrs empor bis an die Grenzen des sternerfüllten Raumes und mafs die Längen der nach jeder Richtung an die Grenzfläche gezogenen Visierlinien durch folgende einfache Überlegung: Das Auge des Beobachters befindet sich an der Spitze eines kreis-

förmigen Kegels, dessen Winkelöffnung durch die Gröfse des lichtreflektierenden Spiegels im Verhältnis zu seiner Entfernung vom Auge bedingt wird. Dieser Kegel wird nach aufsen erweitert und fortgeführt bis an die Begrenzungsfläche der Fixsternwelt, und alle in ihm stehenden Sterne erscheinen im Gesichtsfelde des Fernrohrs. Sein Rauminhalt wächst nun mit der dritten Potenz der Länge der Kegelachse, und wenn die Sterne im Raume durchschnittlich gleichmäfsig verteilt sind — das ist die eine unbewiesene Voraussetzung W. Herschels —, so wächst auch die Zahl der Sterne des Gesichtsfeldes mit der dritten Potenz der Länge der Visierlinie, die von der Sonne bis zu den Grenzen des Sternsystems führt. Herschel hatte also nur die Sterne in seinem $^1/_4$ Grad im Durchmesser haltenden Gesichtsfelde zu zählen, die dritte Wurzel aus der Summe zu nehmen und erhielt damit den relativen Wert des Sonnenabstandes der Grenzfläche. Da sein Gesichtsfeld nur den 833000 ten Teil des Himmels bedeckte, so hätte die Arbeit, den Himmel ringsum zu „eichen", seine Kraft bedeutend überschritten; er begnügte sich daher mit 3400 Eichungen, aber in einer Zone, die nahezu senkrecht auf der Ebene der sichtbaren Milchstrafse stand, sie also selbst durchschnitt, aber auch ihren Pol enthielt. Die erhaltenen Radienvektoren graphisch auftragend, erhielt er nun das Bild des Querschnitts unseres Sternsystems, das, oft reproduziert, auch hier wiedergegeben werden möge (Fig. 1). Es ähnelt einer ziemlich flachen Scheibe, deren Längsdurchmesser sich zur Höhe wie 11 : 2 verhält und in die Richtung der Milchstrafse fällt. Nach dem Pole der Milchstrafse zu, wo das unscheinbare Sternbild des Haupthaares der Berenice an die Jagdhunde stöfst, in einer Linie zwischen Jungfrau und grofsem Bären, ist die Sternzahl ein Minimum, die Ausdehnung der Welt also am kleinsten. Da dies Herschelsche Weltbild auch die Zweiteilung der sichtbaren Milchstrafse im Sternbild des Schwans aus den Entfernungen der Grenzsterne wiedergab, so konnte Herschel schliefsen, dafs die Milchstrafse wirklich nichts Anderes sei als der vereinigte Glanz der hier bis in erhebliche Tiefen des Alls neben- und hintereinander stehenden Sterne. Die Sonne stand nicht genau, aber doch ungefähr in der Mitte dieses Weltbildes. Bis zum nächsten Grenzpunkte in der Richtung nach dem Sternbilde des grofsen Hundes mafs die Entfernung 352 Siriusweiten. Auf der entgegengesetzten Seite im Adler ist der eine Milchstrafsenzweig 420, der andere gar 497 Siriusweiten entfernt, die Vereinigungsstelle beider Zweige allerdings nur 220 Siriusweiten. Unter Siriusweite verstehen wir hier und später die

Entfernung eines Normalsterns 1. Gröfse von der Sonne, nicht gerade die Entfernung des Sirius selbst, der ein wenig näher ist, und es entspricht diese Entfernung sehr nahe rund 1 Million Halbmessern der Erdbahn, eine Strecke, die das Licht in 16 Jahren zurücklegt. Von der einen Grenze des Herschelschen Weltbildes bis zur entferntesten in der Ebene der Milchstrafse brauchte somit das Licht rund 13000 Jahre.



Fig. 1.

Das Weltgebäude, welches Herschel aufgeführt hat, wird, so wenig es auch der Wirklichkeit entspricht, doch ewig denkwürdig bleiben in der Geschichte menschlichen Fortschritts als der erste auf Beobachtungen fufsende Versuch dieser Art. Derselbe stammt aus dem Jahre 1784. Noch mehr als 30 Jahre arbeitete Herschel in gleicher Richtung und erwies sich dadurch gerade als echter Gelehrter, dafs er selbst die Fehler seiner Theorie allmählich erkannte. Irrig war die Voraussetzung, dafs die Sterne nach allen Richtungen gleichförmig verteilt seien, irrig auch die Annahme, dafs er überall mit seinem Rohr bis an die Grenze der Welt gegen den leeren Raum vorgedrungen sei. Sechs Stellen der Milchstrafse fand er, die er nicht in Sterne auflösen konnte, entweder weil die trennende Kraft selbst seines Riesenfernrohrs nicht ausreichte, um die dicht stehenden Sterne zu einzelnen Lichtpunkten auseinanderzuschieben oder aber — und das war der Hauptgrund —, weil sich dort wirklich Nebelmassen um die Sterne woben. Es reicht aber überhaupt für diese höchsten Untersuchungen nicht aus, die Gesamtzahl der Sterne auf einer bestimmten Fläche der Sphäre anzugeben, sondern

es müssen dieselben nach ihren Gröfsenordnungen dabei unterschieden werden.

Anstatt nämlich gleich bis an die Grenze des Sternsystems vorzudringen, sollen diese Gröfsenordnungen uns gestatten, auf dem Wege Schritt vor Schritt halt zu machen und die Sternverteilung mehr im einzelnen zu studieren. Es ist dabei von alters her eine konventionelle, jetzt aber eine streng festgehaltene Definition, dafs die Lichtmenge, die ein Stern einer Gröfsenklasse uns zusendet, das $2^1/_2$ fache der Lichtmenge der nächstfolgenden Gröfsenklasse ist. Würden nun alle Sterne von gleicher absoluter Leuchtkraft sein, so wäre die Gröfsenklasse direkt ein Mafsstab für ihre Entfernung, die dann einfach sich umgekehrt verhielte wie die Wurzel aus der Lichtmenge. Nun ist der Satz, dafs ein Stern uns um so näher ist, je heller er erscheint, im einzelnen gewifs falsch. Ein viel sichereres Kriterium für den Abstand eines Sterns ist die Gröfse seiner scheinbaren jährlichen Fortrückung am Himmel, weil die wahre Bewegung uns offenbar um so gröfser erscheint, je näher der Stern ist. Unter den stark bewegten Sternen sind aber vorwiegend solche der schwächeren Gröfsenklassen, und unter den hellsten Sternen sind umgekehrt viele, die durch die Kleinqeit ihrer Bewegung und durch die Unmöglichkeit, ihre Parallaxe zu bestimmen, uns zeigen, dafs sie sich in sehr grofser Entfernung befinden und ihre grofse Helligkeit nur einem gewaltigen Durchmesser und grofser absoluter Leuchtkraft verdanken. Aber im grofsen Durchschnitt können wir doch die Helligkeit als umgekehrten Mafsstab der Entfernung bezeichnen, und es kam nun vor allem darauf an, die Sterne nach ihrem Ort und ihrer Helligkeit zu bestimmen, um das Material für eine Statistik zu gewinnen, auf die wir Untersuchungen über den Aufbau des ganzen Systems gründen können. So haben die Ortsbestimmungen der schwachen Sterne aufser ihrem Hauptzweck, den Ort festzulegen für die Vergleichung mit späteren Bestimmungen zur Erkennung der Eigenbewegungen und der gelegentlichen Benutzung als feste Marken an der Sphäre, auf welche wir die Orte der wandelnden Planeten und Kometen beziehen können, noch den höheren Zweck, durch Zusammenfassung ganzer Kategorien dem Studium des Weltganzen zu dienen.

Diese Ortsbestimmung der Sterne ist aber lange noch nicht und vor allem noch nicht in der nötigen Ausdehnung vollendet. Die Sternkataloge kommen hierfür gar nicht in Betracht, da sie Vollständigkeit in bezug auf alle Objekte bis zu einer bestimmten Gröfsenklasse und innerhalb einer bestimmten Zone meist nicht verbürgen

können. So war die berühmte Durchmusterung des Himmels von Argelander, die unter Mitarbeit von Schönfeld und Krüger um 1855 in Bonn an einem höchst bescheidenen Fernrohr erlangt wurde, der erste Schritt auf diesem Wege. Sie enthielt 325000 Sterne — vom Parallelkreise 2^0 südlich des Äquators bis zum Nordpol — bis zur Gröfse $9^1/_2$, und darunter die bis zur 9. Gröfse vollständig. Ihr schliefst sich die gleichfalls in Bonn erhaltene südliche Durchmusterung des Himmels von Schönfeld zwischen den Parallelkreisen -2^0 und -23^0 an; sie enthält 133000 Sterne bis zur 10. Gröfse, wobei ebenfalls die Vollständigkeit sich nicht weit über die 9. Gröfse erstreckt. Die weitere Fortsetzung nach Süden ist durch Thome in Cordoba, Argentinien, jetzt erst in Ausführung begriffen. Sie ist erst vom Parallel -22^0 bis -52^0 erschienen, enthält in dieser Zone 440000 Sterne bis zur 10. Gröfse und behauptet für diese vollständig zu sein. So fehlt also noch die Südpolarkalotte. Dieser Mangel kann auch nicht durch die inzwischen am Kap der guten Hoffnung ausgeführte photographische Durchmusterung des südlichen Himmelsteils polwärts vom Parallel -19^0 ersetzt werden. Denn diese im übrigen vorzügliche Arbeit gibt nicht die optischen, sondern die photographischen Sterngröfsen, die bei einzelnen Individuen, je nach dem Charakter ihres Spektrums, oft recht verschieden sind. Dies würde freilich nicht schaden, wenn wenigstens im grofsen und ganzen die Sterngröfsen homogen wären. Hier haben aber die besondere Empfindlichkeit der einzelnen Platten und die Luftbeschaffenheit bei der Aufnahme eine so wichtige Rolle gespielt, dafs Ungleichförmigkeiten in die Gröfsenbestimmungen hineingekommen sind, die, wie ich zeigen konnte[1]), ganz falsche Schlüsse über Entfernungen und Sterndichten erzeugen. So ist selbst das Material bis zu den Sternen 9.—10. Gröfse noch nicht vollständig; darüber hinaus ist es aber völlig lückenhaft. Celoria, der Nachfolger Schiaparellis in der Direktion der Sternwarte in Mailand, hat zwar die Sterne bis zur Gröfse $11^1/_2$ abgezählt, aber nur in Feldern innerhalb der Deklinationen von 0^0 bis $+6^0$ und nur die Gesamtzahlen; für die noch schwächeren Sterne sind wir aber immer noch auf die ebenfalls nicht nach Gröfsenklassen trennenden Sterneichungen Wilhelm Herschels und die seines Sohnes John am Kap der guten Hoffnung angewiesen. In ferner Zukunft wird freilich die jüngste Schwester der beobachtenden Astronomie, die Astrophotographie, ein erhebliches Material zur Verfügung stellen

[1]) Viert. Astr. Ges. 1902 p. 360 ff.

können. 18 Sternwarten, die über die ganze bewohnte Erde verteilt sind, haben es unternommen, den ganzen Himmel auf Platten von 2 × 2 Grad Seitenlänge zu photographieren, wobei die Exposition lang genug gewählt wird, sodafs alle Sterne bis zur 14. Gröfse wiedergegeben werden. Wenn diese Karten vollzählig vorliegen und wenn die Sterne auf ihnen dann Gröfsenklasse für Gröfsenklasse abgezählt sind, so wäre ein Material von aller nur wünschenswerten Vollständigkeit gegeben, um die Sternverteilung selbst im einzelnen studieren zu können. Da indessen einzelne Sternwarten mit den einschlägigen Arbeiten noch nicht einmal angefangen haben, so ist das Ende des ganzen Werkes noch nicht abzusehen, und es ist daher gegenwärtig ein Parallelunternehmen im Gange. Seeliger in München, auf dessen Untersuchungen über Sternverteilung ich gleich zu sprechen komme, läfst am dortigen Refraktor ganz unabhängig von dem Hauptunternehmen photographische Aufnahmen machen und nach Sterngröfsen abzählen. Dieselben bedecken zwar nicht den ganzen in München sichtbaren Himmel, sondern erstrecken sich nur auf gleichmäfsig über denselben verteilte Flächen, enthalten aber immerhin so schwache Sterne, dafs sich allgemeine Schlüsse über die Konstruktion des Weltenbaues bis in sehr grofse Raumentfernungen von der Erde, die ja den Mittelpunkt all dieser Untersuchungen bilden mufs, darauf gründen lassen werden.

Falsch wäre es aber, anzunehmen, dafs etwa die Lückenhaftigkeit des bisherigen Materials gar keine Schlüsse erlaubt hätte. Dieselben erstrecken sich nur bezüglich der Sterne nicht auf das Weltganze, sondern nur auf den innersten Teil der Welt. Da es schon feststeht, dafs die Sterndichtigkeiten ein Gesetz in bezug auf die Milchstrafse befolgen, die wesentlich räumlich einer Ebene parallel angeordnet sein mufs, weil sie an der Sphäre nahezu einen gröfsten Kreis beschreibt, so hat Seeliger die Sterne gleicher Gröfsenklassen der beiden Bonner Durchmusterungen nach gleichen Flächen abzählen lassen und diese dann wieder in Zonen parallel zur Milchstrafse summiert. Hierbei ergab sich deutlich das allgemeine Gesetz, dafs auf gleichen Flächen der Sphäre umsomehr Sterne stehen, je näher sich die Fläche der Milchstrafse befindet; indes ist diese Zunahme für die Sterne der Durchmusterungen lange nicht so kolossal wie bei Herschels Sterneichungen, ja die allerhellsten Sterne, die mit unbewaffnetem Auge sichtbaren bis zur 6. Gröfse, zeigen nur eine geringe Zunahme gegen die Hauptebene, sie sind nahezu gleichförmig in ihrer Kugel verteilt. Die sechs Kugelschalen, die dann die Sterne der 6.—9.

Gröfsenklasse, immer von halber zu halber Gröfse fortschreitend, umschliefsen, zeigen in der Milchstrafse etwa 2—3 mal soviel Sterne als an deren Pol, und dasselbe gilt ungefähr für die Celoria-Sterne, also bis zur Gröfse $11^1/_2$. Dagegen wird bei den Herschelschen Sterneichungen das Verhältnis ganz anders; es stehen in der Milchstrafse bis 20 mal soviel Sterne bis zur 14.—15. Gröfsenklasse als an deren Pol. Das Gesamtbild des Sternenheeres, das sich aus den Untersuchungen Seeligers ergibt, die ich nicht im einzelnen hier wiedergeben kann, ist ungefähr ein Rotations-Ellipsoid, dessen Rotationsachse etwa halb so grofs ist wie die grofse Achse in der Hauptebene, in welcher die Milchstrafse liegt. Die Sterndichtigkeiten nehmen nun vom Innern, von dem unser Standpunkt nicht sehr weit entfernt sein kann, nach dem Pole zu sehr rasch, in der Hauptebene sehr langsam ab. Normalsterne unter 11. Gröfse gibt es am Pole überhaupt nicht, kommen dort schwächere Sterne vor, so sind es kleine Sterne oder solche von schwacher Leuchtkraft.

Aber noch zwei andere Kategorien von Objekten zeigt uns das Teleskop neben den Sternen im Weltenraume: die Nebelflecke und Sternhaufen. Von letzteren, Anhäufungen von Sternen auf engem Raume, kennen wir bis jetzt 679; ihre Verteilung an der Sphäre ist höchst einfach zu beschreiben. Sie stehen mit wenigen Ausnahmen alle in der Milchstrafse; auch in der grofsen und kleinen Kapwolke, zwei ausgedehnten, milchstrafsenähnlichen Gebilden, die aber von dieser weit entfernt in den Sternbildern Dorado und Tucana des Südhimmels liegen, treten Sternhaufen zahlreich auf, sonst fehlen sie fast ganz am Firmament. So behält denn im wesentlichen der alte Lambert in diesem Punkte recht, der die Milchstrafse als eine Ansammlung von Sternhaufen bezeichnet. Die Nebelflecke, deren wir rund 11 000 kennen, ohne dafs diese Kenntnis eine vollständige ist, zeigen genau das entgegengesetzte Verhalten. Während die Sternzahlen mit dem Abstand von der Milchstrafse, also mit der galaktischen Breite, abnehmen, nehmen die Nebelflecke systematisch nach den Polen der Milchstrafse zu. Unweit des Nordpols der Milchstrafse im Sternbilde der Jungfrau bilden sie sogenannte Nebelnester, ebenso in der grofsen Kapwolke, und Prof. Wolf hat jüngst auf photographischem Wege in unmittelbarer Nähe des Nordpols der Milchstrafse auf einer Platte 1528 Nebel entdeckt[2]), von denen erst der 20. Teil vorher optisch aufgefunden war. An der dichtesten Stelle standen 70 Nebel auf einer Fläche, die nur den 3. Teil der Vollmondscheibe einnahm.

[2]) Vgl. diese Zeitschrift Jahrgang XV, Heft 12, S. 558.

Aus der Tatsache, dafs die Nebelflecke die Milchstrafse selbst vermeiden und von ihr aus systematisch nach ihren beiden Polen zunehmen, ist der Schlufs gezogen worden, dafs die Nebelflecke unabhängig von dem System der Milchstrafse seien, dafs sie ihrerseits Milchstrafsen anderer, weit entfernter Sternenwelten bilden, da ja zweifellos auch unsere Milchstrafse, aus genügender Entfernung betrachtet, den Anblick eines mattschimmernden Nebelflecks zeigen würde. Doch dieser Schlufs ist falsch. Wären die Nebelflecke selbständige, der Milchstrafse koordinierte Gebilde, so müfsten sie entweder uns gleichförmig im Weltraum verteilt erscheinen, oder irgend ein beliebiges Anordnungsgesetz befolgen, das nur keine Beziehung zu den Polen unserer Milchstrafse haben dürfte. Da aber diese Beziehung ganz offenkundig besteht, nur dafs nicht wie bei den Sternen eine Zunahme, sondern eine Abnahme nach der Milchstrafsenebene stattfindet, so sind auch die Nebelflecke Glieder des grofsen Fixsternsystems, des einzigen, das wir überhaupt im Raume kennen. Wir betrachten diese Gasnebel als eine Vorstufe der Entwickelung zu Sternhaufen oder einzelnen Sternen, und es scheint ein kosmisches Gesetz obzuwalten, wonach sich diese Entwickelung in geringeren galaktischen Breiten rascher vollzieht und vollzogen hat als in höheren. Indessen dürfen wir diese Schlüsse nicht allzu bindend ziehen, denn, wenn es der Dauerphotographie möglich ist, auf einer Platte zu den bekannten rund 9000 Nebeln 1500 hinzu zu entdecken, so ist es offensichtlich, wie weit wir noch von einer vollständigen Kenntnis dieser Objekte entfernt sind, auf welche allein sich allgemeine Schlüsse aufbauen lassen.

Die Dauerphotographie, welche an Stelle der menschlichen Netzhaut, die nur wenige Sekunden einen Lichteindruck aushalten kann, ohne dafs die ermüdete Pupille sich schliefst, die photographische Platte setzt, die stundenlang die ankommenden Lichtwellen summiert, bis auch vom feinsten kosmischen Objekt ein Eindruck entsteht, ist zuerst in grofsem Stile von James Keeler, dem zweiten Direktor der Lickstornwarte, auf die Entdeckung neuer Nebelflecke angewendet worden und zwar mit Hilfe eines starken Reflektors. Nur kurze Zeit war es Keeler vergönnt, auf diesem Felde zu arbeiten, aber die eine Tatsache ging aus seinen und geht aus Wolfs Arbeiten hervor, dafs sich unter den neuen Nebeln sehr viele Spiralnebel finden, also Nebel von der Form des bekannten, oft abgebildeten Nebels in den Jagdhunden (s. Fig. 2) oder des auch dem unbewaffneten Auge sichtbaren Nebels in der Andromeda (s. Titelbild). Gegen die Fläche des ersteren ist der Blick senkrecht, gegen letzteren schräg gerichtet, daher erscheint er

uns perspektivisch zur Ellipse verkürzt. Unter den bereits bekannten Nebeln sind nun erst sehr wenige Spiralnebel, die sich bereits nicht dem allgemeinen Anordnungsgesetz zu fügen scheinen. Wenn die neu hinzu entdeckten nun wesentlich diese Form zeigen, so ist

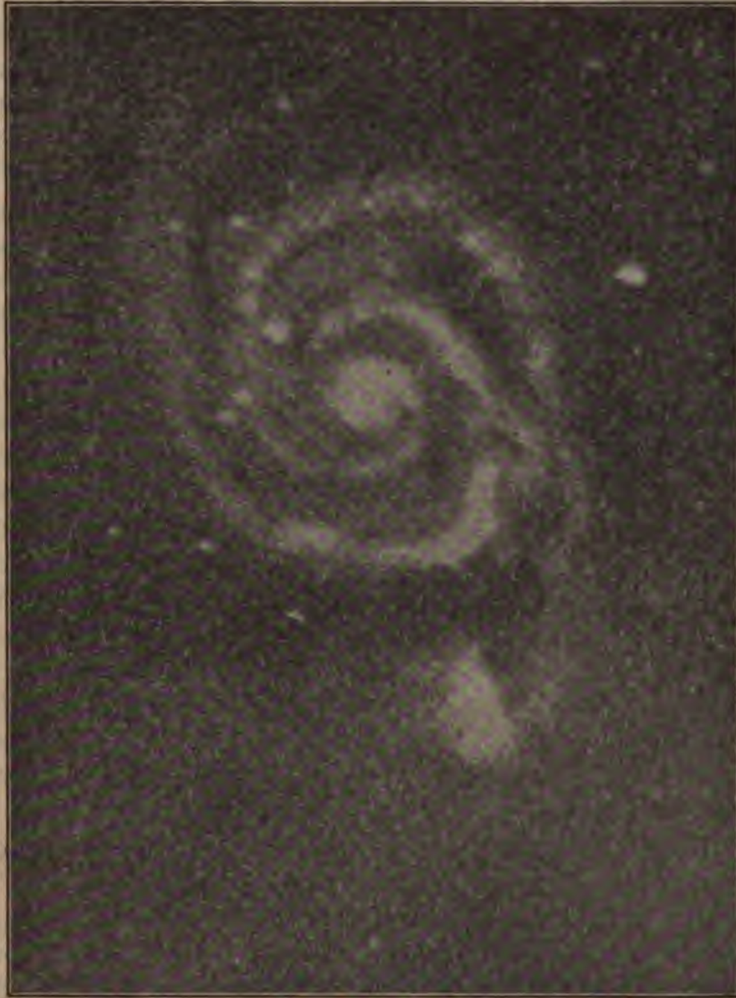


Fig. 2. **Spiralnebel in den Jagdhunden.**

es denkbar, dafs die Spiralnebel, deren Zahl Keeler auf 120000 für den ganzen Himmel schätzt, ein anderes Verteilungsgesetz offenbaren wie die übrigen, und dafs sie vielleicht unserer Milchstrafse koordiniert sind.

Die Frage nämlich, wie nun die eigentliche Milchstrafse, jenes

wunderbare Nebelband sich einordne in das Rotationsellipsoid des Sternsystems, führt hier auf Analogien. Dafs die einzelnen Teile des Milchstrafsenschimmers nicht gleich weit von dem Beschauer entfernt sind, ist eine durch ihre ungleichförmige Helligkeit schon seit langem bewiesene Tatsache. Die wirkliche räumliche Anordnung läfst sich nur an der Hand sorgfältiger Zeichnungen studieren, die alle feinen Lichtabstufungen dieses ätherischen Gebildes wiedergeben. Einer der besten Kenner der Milchstrafse, Easton, der Direktor der Sternwarte zu Rotterdam, kommt nun auf Grund seiner Studien zu dem anfangs überraschenden Schlufs, dafs die Milchstrafse ein gewaltiger Spiralnebel (vgl. Fig. 3) sei. Der Knotenpunkt A des Wirbels liegt von unserem Standpunkt nicht eben sehr weit entfernt in der Richtung nach dem Sternbilde des Schwans. Blicken wir in einer heiteren Nacht nach der Gegend des Sternes γ Cygni, der sich stets über unserm Horizont befindet, so haben wir dort den Mittelpunkt der Welt anzunehmen. Die vielen nach Eastons Entwurf von dort ausgehenden Zweige der Spirale erzeugen nun, je nachdem sie schmal oder breit sind und da sie sich für unseren Blick teilweise überdecken, den wechselnden Anblick der Milchstrafse am Firmament. Die am weitesten ausgreifende Spirale R, R′, R″ zieht in grofser Entfernung vom Beschauer durch die Sternbilder des Kreuzes, Schiffes, grofsen Hundes, Einhorns, der Zwillinge bis zum Fuhrmann, und so erklärt es sich, dafs dort die Milchstrafse schmal und unansehnlich erscheint. So befremdend Eastons Theorie auf den ersten Blick auch ist, so plausibel wird sie, wenn wir uns umgekehrt vorzustellen versuchen, welcher Anblick sich dem Auge bieten würde, könnten wir unseren Standpunkt in die Ebene und in das Innere eines der grofsen Spiralnebel, z. B. des Nebels in den Jagdhunden, verlegen (Fig. 2). Dann würden sich seine Spiralen als Milchstrafse in Form eines gröfsten Kreises an die Sphäre projizieren, und wenn sie nicht genau in einer Ebene liegen, so würden wir einen leeren Raum zwischen zwei Milchstrafsenästen erblicken, wie dies für uns der Fall ist, und jener losgerissene Gasball, den unsere Abbildung unten wie ein infolge der Wirbelbewegung losgeschleudertes Stück offenbart und der sich analog beim Andromeda-Nebel zeigt, würde für uns durch die beiden Kap-Wolken repräsentiert werden. Läfst sich diese Anschauung, dafs unser ganzes Milchstrafsensystem die Form eines Gasspiralnebels mit dazwischen eingestreuten Sternen hat, aufrechterhalten, so sind vielleicht die schwachen, also weit entfernten Spiralnebel des Alls, die die Dauerphotographie zu entdecken angefangen hat, ihm koordinierte Glieder. Sie würden sich dem Auge

Pasteur sind es kleinste Lebewesen, welche bei der Gärung durch den Zerfall der komplizierten Moleküle jene Menge von Spannkraft auslösen, deren sie zur Bestreitung ihres physiologischen Haushaltes bedürfen. In der grofsen wissenschaftlichen Polemik, welche sich hierüber entspann und zur Grundlage der modernen Bakteriologie führte, blieb Pasteur nach der bis in die jüngste Zeit allgemein geltenden Anschauung Sieger.

Die von Pasteur in dem Werke „Etudes sur la bière“ aufgestellte Gärungstheorie erregte bei der Publikation in Gelehrten- und Technikerkreisen durch ihre geistreiche und paradoxe Formulierung das gröfste Aufsehen. Gegenüber Brefeld, welcher behauptete, dafs die Hefe sich nicht ohne freien Sauerstoff vermehren könne, und Traube, welcher wohl einräumte, dafs die Hefe sich ohne freien Sauerstoff zu entwickeln vermag, aber aufrecht hielt, dafs sie dann die in der Flüssigkeit gelösten Eiweifstoffe zu ihrer Zellbildung verbrauche, spricht Pasteur den Satz aus, dafs die Gärungsorganismen eine Gruppe von Lebewesen bilden, deren Funktion als Fermente gerade eine notwendige Folge des Lebens ohne Luft, des Lebens ohne freien Sauerstoff ist, und dafs ferner eine solche Gärung auch in reinen Zuckerlösungen vor sich gehen kann. Pasteur macht daher eine Sonderung zwischen zwei Arten von Organismen, aerobiotischen, welche ohne Zutritt der freien Luft nicht leben können, und anärobiotischen, welche die Luft entbehren können; diese letzteren sind seiner Auffassung zufolge „Fermente im eigentlichen Sinne des Wortes“. — „Die Gärung ist somit ein sehr allgemeines Phänomen. Sie ist das Leben ohne Luft, das Leben ohne freien Sauerstoff, oder noch allgemeiner, sie ist die notwendige Folge einer mit Hilfe eines gärungsfähigen Stoffes ausgeführten chemischen Arbeit, welcher Stoff dazu fähig ist, durch seinen Zerfall Wärme hervorzubringen. Die Masse von Gärungen im eigentlichen Sinne wird demnach durch die Zahl von Stoffen begrenzt, die sich unter Produktion von Wärme zu zersetzen vermögen und die als Nahrung für niedere Organismen ohne Zutritt der Luft dienen können.“ (Etudes sur la bière S. 261.) Dies ist in kurzen Zügen die berühmte Gärungstheorie Pasteurs.

Pasteurs „Etudes sur la bière“ erschienen im Jahre 1876. Die von ihm schon in früheren Schriften angedeutete Lehre, dafs jede Gärung und jede Fäulnis durch Mikroorganismen bedingt sind, bildet den Hauptinhalt dieses Werkes. Unter „Fäulnis“ im weiteren Sinne des Wortes lassen sich in diesem Zusammenhange auch die infektiösen

Giftwirkungen der Bakterien auf das lebende Eiweifs einreihen. — Mit Recht hat man Pasteurs Namen an diese wichtige Lehre geknüpft, denn es war namentlich durch seine Untersuchungen, dafs sie eine Begründung und Anerkennung erhielt.

Die ersten Ideen dazu können wir freilich in der Literatur weit zurückverfolgen. Schon zu den Zeiten Linnés wurde die Auffassung von mehreren Gelehrten, auch von Linné selbst geltend gemacht, dafs die Gärungs- und Fäulnisprozesse durch mikroskopische Lebewesen bewirkt werden. Beweise hierfür kamen jedoch erst viel später hervor. Mitscherlich und Cagniard-Latour wiesen im Jahre 1835 nach, dafs die Bier- und Weinhefe aus Zellen besteht, welche sich durch Sprossung vermehren, und dafs diese Zellen die Alkoholgärung hervorrufen. Kurz danach kam Schwann zu demselben Resultate. Turpin sprach zu dieser Zeit den Satz aus: „Keine Zersetzung des Zuckers, keine Gärung ohne die physiologische Tätigkeit einer Vegetation". Bedeutungsvolle Entdeckungen treten eben niemals wie Pallas Athene in voller Rüstung aus dem Haupte Jupiters in die Welt, sie sind gewöhnlich die Resultate der Arbeiten mehrerer Forschergenerationen, doch ist es im allgemeinen viel leichter, die Idee irgend einer Wahrheit auszusprechen, als den hinlänglichen Beweis dafür zu führen. Obgleich also die Prinzipien schon gegeben waren, als Pasteur im Jahre 1857 diese Untersuchungen in Angriff nahm, so fehlten doch noch sehr wesentliche Glieder, was namentlich daraus klar hervorgeht, dafs Liebig wieder die Versuche Stahls hervorziehen konnte, um die Gärungsphänomene in rein chemischer Weise zu erklären. Liebig stand damals an der Spitze jener genialen Chemikerschar, welche das stolze Banner der synthetischen Chemie entfaltet hatten und in der Mikroorganismentheorie Pasteurs einen Rückschritt zu der verpönten Hypothese einer besonderen „Lebenskraft" erblicken mufsten. Kurz vorher war Wöhler die erste künstliche Darstellung eines organischen Körpers, die Synthese des Harnstoffs, gelungen; die Grenze zwischen lebender und toter Natur schien durchbrochen zu sein, man glaubte, im Sturmschritt von dem neuen Gebiete Besitz ergreifen zu können. Die mustergültigen Untersuchungen E. du Bois-Reymonds über tierische Elektrizität führten dieselbe Sprache und schienen die neue methodische Einsicht zu bestätigen, dafs die Gesetze der Physik und Chemie auch auf die lebende Natur Anwendung finden und zur Erklärung der Lebensprozesse notwendig und ausreichend sind. Während man kurz vorher ohne weiteres eine besondere „Lebens-

kraft“ in das Räderwerk des Organismus eingreifen liefs, erschien es nach dieser Wandlung der Ansichten befremdlich, dafs zur Erklärung eines verhältnismäfsig so einfachen chemischen Prozesses wie des Zerfalls von Zucker in Alkohol und Kohlensäure die Tätigkeit lebender Mikroorganismen herangezogen werden müfste. Man vergafs, dafs die Lebenserscheinungen jedenfalls eine eigentümliche Kombination der physikalisch-chemischen Prozesse darstellen dürften und dafs unsere Kenntnis der letzteren immerhin zahlreiche Lücken aufweist; der Weg von unbedingter Skepsis zum blinden Dogma war, wie nur zu häufig in der Wissenschaft, in kürzester Zeit durchmessen worden. In dem Entwickelungsgang der Wissenschaft haben sich freilich diese einseitig unvollkommenen Anschauungen ausgeglichen, denn, wie Hermann von Helmholtz in seiner unnachahmlichen Weise sagte, „ist es dem menschlichen Geist nicht selten verliehen, aus falschen Prämissen durch falsche Schlufsfolgerungen zu richtigen Resultaten zu gelangen“. Zur Zeit Eulers war die falsche Ansicht in Geltung, dafs es keine achromatischen Linsen geben könne. Euler ging nun von der falschen Annahme aus, dafs das menschliche Auge eine vollkommen achromatische Linse sei, und gelangte auf diesem Wege bei fortgesetzten Versuchen zu der tatsächlichen Entdeckung eines achromatischen Linsensystems. In ähnlicher Weise erfolgte auch der historische Ausbau der Gärungstheorie.

In den „Etudes sur la bière“ wird klar und unwidersprechlich bewiesen, dafs die Sprofspilze für die Gärung unumgänglich notwendig sind, und es wird stark betont, dafs auch die Spaltpilze (Bakterien) einen durchgreifenden Einflufs auf den Verlauf der Alkoholgärung und auf den Charakter des Bieres ausüben können. Die Sprofspilze werden systematisch abgehandelt; für einzelne nicht genauer beschriebene Pilze dieser Gruppe wird, wie es auch schon früher von Bail und einigen Zymotechnikern geschah, angedeutet, dafs sie auf die Beschaffenheit des Gärungsproduktes in verschiedener Weise einwirken können. Was Pasteur hier mitteilt, sind aber eben nur Wiederholungen der unklaren Anschauungen seiner Vorgänger, und seine Andeutungen gehen nach zwei einander widerstreitenden Richtungen auseinander. Dies tritt zum Beispiel in seinen Beobachtungen über die sogenannte käseartige und aerobiotische Hefe stark hervor. Möglicherweise, sagt er, ist hier die Rede von selbständigen, eigentümlichen Hefearten, möglicherweise aber auch nur von durch eine gewisse Behandlung der gewöhnlichen Brauereihefe umgebildeten Formen. Es darf aber nicht übersehen werden, dafs er selbst betont,

worin man die Ursache suchen mufs, dafs die Frage nicht beantwortet werden konnte, nämlich darin, dafs es damals nicht möglich war zu entscheiden, ob man von Anfang an mit einer oder mit mehreren Spezies arbeitete; eine exakte Methode zur Reinkultur der Hefearten war zu dieser Zeit noch nicht aufgefunden. Eine wirkliche Orientierung in dieser Welt der Mikroorganismen findet man folglich in dem genannten Werke nicht; es ist an keinem Punkte der Pasteurschen Darstellung möglich, solche Charaktere für die Sprofspilze zu finden, dafs darauf eine Analyse basiert werden könnte. Für Pasteur sind auch alle Sprofspilze mit einigermafsen ausgeprägter Fähigkeit zur Alkoholgärung dasselbe wie Saccharomyceten (Hefepilze in engerem Sinne oder Sprofspilze mit endogener Sporenbildung); man ist sich an keinem Orte klar, ob von echten Saccharomyceten oder von anderen Sprofspilzen die Rede ist. Diese Hefepilze, welche in unserem jetzigen Systeme zu sehr verschiedenen Abteilungen gehören, werden ferner in diesem Werke als Entwickelungsstufen von gewissen Schimmelpilzen aufgestellt, ohne dafs doch hierfür die Beweise gegeben werden. Ob es verschiedene Arten solcher Schimmelpilze gibt oder nicht, wird von Pasteur nicht entschieden. Seine Behandlung der hier erwähnten botanischen Probleme mufs überhaupt in den wesentlichen Punkten als eine verfehlte bezeichnet werden.

Die Ursache davon, dafs dieses Werk die in seiner Vorrede angekündigte Reform im Brauereibetriebe nicht durchführen konnte, ist vor allem die, dafs es, wie nach den vorangehenden Auseinandersetzungen einleuchtet, auf dem damaligen Standpunkte der Wissenschaft nicht möglich war, Klarheit über die morphologischen Verhältnisse der verschiedenen Alkoholgärungspilze herbeizuführen. Pasteur konnte daher in diesem Punkte nicht über die unbestimmten Vermutungen und widerstreitenden Anschauungen seiner Vorgänger hinauskommen. Wenn er in dem genannten Werke eine Übersicht über die Mikroorganismen, welche Krankheiten im Biere verursachen, gibt, dann ist in Übereinstimmung hiermit auch nur von Bakterien (Spaltpilzen) die Rede, und diese Anschauung wird noch im Jahre 1883 von Duclaux, sowie von anderen französischen, deutschen und englischen Schriftstellern wiederholt. Auf der Grundlage dieser Studien empfiehlt Pasteur den Brauern, eine Reinigung der Hefe zu unternehmen, um diese von Bakterien zu befreien, z. B. dadurch, dafs man die Hefe in einer Zuckerlösung mit Weinsäure oder in Würze mit ein wenig Karbolsäure kultiviert.

Im Gegensatz hierzu trat Hansen im Jahre 1883 mit seiner

Lehre hervor, dafs einige der gefährlichsten und gewöhnlichsten Krankheiten im untergärigen Biere nicht von Bakterien, sondern von bestimmten Hefepilzarten herrühren. Auf dieser Grundlage arbeitete Hansen sein System aus, nach welchem eine Anstellhefe, aus einer einzigen Art bestehend, benutzt wird. Dieses System beruht auf der verblüffend einfachen Methode, dafs man bei Herstellung der Reinkultur von einem einzigen Individuum ausgeht, welches durch entsprechende Verdünnung des Nährsubstrats von den übrigen isoliert wird, und die weitere Entwickelung der Reinkultur unter dem Mikroskope beobachtet und kontrolliert.

Nach einigem Widerstande wurde dieses System in allen bierbrauenden Ländern anerkannt und in die Praxis eingeführt. In den Jahren 1887—1889 hat jedoch Pasteurs Mitarbeiter Felten in Marseille dieses System angegriffen, indem er findet, dafs es ein Fehler bei Hansens Hefe sei, dafs sie nur aus einer einzigen Art oder Rasse besteht. Für Pasteurs gereinigte Hefe hebt er dagegen als einen Vorteil hervor, dafs sie nach der oben beschriebenen Reinigung nicht aus einer, sondern aus mehreren Heferassen verschiedener Natur besteht, und diese Zusammensetzung aus verschiedenen Rassen betrachtet er als notwendig, damit das Bier den erwünschten Geschmack und das Bukett erhalten kann. Wie verfehlt diese Lehre ist, geht aus Hansens weiteren Untersuchungen hervor. Die von ihm unternommene experimentelle Prüfung zeigte, dafs man bei der Behandlung der Hefemasse mit Weinsäure nach Pasteurs Methode die Entwickelung der Krankheitshefen in einem solchen Grade fördert, dafs diese zuletzt die eigentliche Kulturhefe vollständig unterdrücken.

Neuere Untersuchungen Hansens haben sogar gezeigt, dafs es Fälle gibt, wo zwei Hefenarten jede für sich ein tadelloses Produkt geben, in Mischungen also Krankheitsphänomene im Biere hervorbringen. Pasteur begrüfste daher schliefslich selbst Hansens System als einen Fortschritt, indem er schrieb: „Hansen hat zuerst begriffen, dafs die Bierhefe rein sein soll, und zwar nicht nur hinsichtlich der Mikroben und Krankheitsfermente im engeren Sinne, sondern dafs sie auch von den Zellen wilder Hefen frei sein soll.“

Dies ist oder war vielmehr der Stand des theoretischen und technischen Gärungsproblems bis zum dritten internationalen Kongress für angewandte Chemie, der im August 1898 in Wien tagte. Die Mitteilungen von Calmette-Boidin und von Ed. Buchner auf diesem Kongresse müssen nach beiden Richtungen hin als bahnbrechend bezeichnet werden.

Man wufste seit jeher, dafs gewisse Schimmelpilze, welche seit ältester Zeit von einigen Völkern im Orient zur Herstellung alkoholischer Getränke verwendet werden, die Eigenschaft besitzen, die Stärke in gärungsfähigen Zucker umzuwandeln und unter besonderen Bedingungen gleichzeitig alkoholische Gärung zu erzeugen. Man hat sich auch seit langer Zeit bemüht, diese Schimmelpilze in der Alkoholfabrikation zu verwenden, aber die unternommenen Versuche sind immer an den Hindernissen gescheitert, welche durch ihr sogenanntes „Brennvermögen" verursacht sind. Den Herren Calmette und Boidin ist es zum erstenmal gelungen, zu industriellen Zwecken die Bedingungen zu verwirklichen, welche es gestatten, jegliche Verbrennung der stärkehaltigen Maische zu vermeiden und zur Alkoholbereitung das ganze Rohmaterial zu verwerten, welches nicht zum Aufbau des Körpers der Muccenineen aufgebraucht wird.

Dieses Verfahren besteht in der Kultivierung des Schimmelpilzes (Amylomyces Rouxii) in einer stärkehaltigen, sterilen Maische, in welcher die Verzuckerung und alkoholische Gärung gleichzeitig stattfindet. Die Menge des angewendeten Schimmelpilzes ist äufserst gering. Sie übersteigt nicht einige Dezigramm zur Umwandlung von 18 000 kg Getreide in einem Gärbottich, und zur vollständigen Vergärung bedarf es höchstens 90—96 Stunden. Die Ausbeute an reinem Alkohol, welche auf diese Weise erreicht wird, ist ungefähr 98 Prozent der theoretischen Ausbeute, also weit höher als die, welche bis jetzt erzielt werden konnte. Ein einziger Arbeiter reicht aus, um den Betrieb von mehreren Gärbottichen instandzuhalten und die Vergärung von vielen Tausenden Kilogramm Getreide zu erzielen. Wenn sich diese Ziffern, welche einem mehrmonatlichen Betriebe in der Fabrik des Herren Colette in Seclin (Norddepartement, Frankreich) entnommen sind, bestätigen sollten, so steht der modernen Gärungstechnik eine neuerliche Reformierung ihrer Arbeitsmethoden bevor. Durch die bisherigen Versuche von Calmette und Boidin ist jedenfalls schon der Beweis erbracht worden, dafs das streng aseptische Arbeiten des Laboratoriums auch auf die Verhältnisse der Grofsindustrie übertragen werden kann, da bei dem Verfahren sowohl die Maische als auch die Gärpilze während der ganzen Dauer des Prozesses nur mit steriler Luft in Berührung kommen dürfen. Hierin liegt eine methodische Errungenschaft von gröfster Bedeutung.

In einem anderen Punkte setzen die Untersuchungen Buchners

ein. Buchner ist es gelungen, durch ein eigenartiges Verfahren, welches im wesentlichen auf der Zerreibung der Hefepilze mit Quarzsand und einer Kompression von über 500 Atmosphären beruht, aus den Hefezellen ein hochmolekulares Produkt, die von ihm sogenannte Zymase zu gewinnen, welche an und für sich die Fähigkeit besitzt, Zucker in Alkohol und Kohlensäure überzuführen. Der alte Streit zwischen Liebig und Pasteur, der mit dem endgültigen Siege der Pasteurschen Anschauung beendet zu sein schien, ist demnach wieder aufgerollt. In seinem Vortrage betonte jedoch Buchner, dafs seine Arbeiten nicht zwischen Liebig und Pasteur entscheiden, sondern beiden in einem höheren Sinne recht geben. Da die Zymase nur in den Hefezellen erzeugt und gefunden wird, so behält die Pasteursche Theorie recht, wenn sie behauptet, dafs es keine Gärung ohne Mikroorganismen gibt. Andererseits bleibt doch die Liebigsche Anschauung insofern in Geltung, als ja die Organismen nicht das bei der Gärung unmittelbar wirksame Prinzip darstellen, sondern nur durch die Vermittelung eines in ihnen erzeugten Fermentes den Gärungsprozess auslösen. Es hat sich ferner ein lebhafter Streit darüber entsponnen, ob man das Recht hat, die von Buchner beobachtete Gärung einem unbelebten Ferment zuzuschreiben, oder ob nicht vielmehr dieselbe auf sogenannte „überlebende“ Substanz, welche durch das Buchnersche Verfahren aus den Hefezellen hinausgeprefst worden ist, zurückzuführen sei.

So unwahrscheinlich es auch dem Laien erscheinen mag, dafs eine Substanz, welche mit Quarzsand zerrieben und einem Druck von 500 Atmosphären unterworfen worden ist, noch lebend sein soll, so ist doch diese Annahme vom streng wissenschaftlichen Standpunkt nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen. Wie die neuesten Versuche von Abeles beweisen, zeigen die Hefezellen eine geradezu erstaunliche Resistenz gegen schädliche Einflüsse physikalischer und chemischer Natur; bei — 110 Grad hat Abeles kürzlich noch ihre Lebensfähigkeit konstatiert. So wäre es denn auch möglich, dafs das Plasma der Hefezellen selbst bei so weitgehenden mechanischen Insulten, wie sie beim Buchnerschen Verfahren vorgenommen werden, am Leben bleibt. Auf diesen Einwand findet Buchner mit Recht zu entgegnen, dafs die Grenze zwischen hochmolekularem Ferment und Elementarorganismus nur schwer, wenn überhaupt zu ziehen ist. Das klassische Kriterium der Giftwirkung, welche nur die Tätigkeit lebender Substanz suspendieren soll, versagt hier oder läfst vielmehr nur einen allmählichen Übergang erkennen.

Gerade in der Feststellung dieses allmählichen Überganges, welcher die schroffe Scheidewand zwischen lebender und nichtlebender Substanz durchbricht und auch auf diesem dunklen Gebiete den Postulaten der Entwickelungslehre gerecht wird, scheint uns die bleibende und gröfste Bedeutung der Buchnerschen Versuche zu liegen.





Ein eigentümliches Drehmoment im wellenförmigen, magnetischen Felde. Bei dem Studium starker elektromagnetischer Induktionswirkungen auf den menschlichen Körper und den zur Kontrolle dabei ausgeführten bekannten Thomson'schen Experimenten, unter Verwendung von sinusoidalem Wechselstrom, zeigte sich dem Verfasser eine eigentümliche Erscheinung, welche unter den seinerzeit

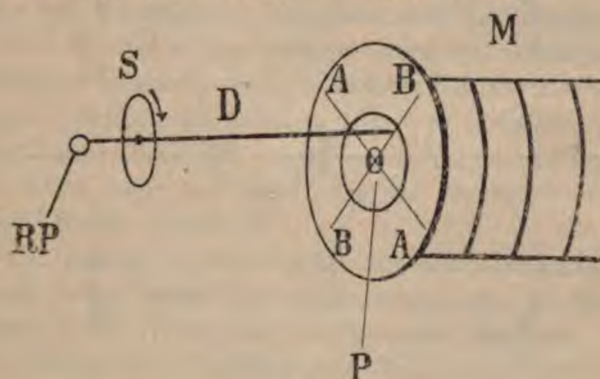


Fig. 1.

von Thomson beschriebenen Experimenten nicht angegeben wird. — Da dieselbe noch nicht bekannt ist und in Fachkreisen die Meinungen darüber sehr geteilt waren, dürfte es zweckmäfsig erscheinen, die Aufmerksamkeit darauf zu lenken.

Bringt man vor einen Wechselstrom-Magneten, der mit einer Stromstärke von 10—20 Ampère bei einer Spannung von ungefähr 100 Volt gespeist wird, nachdem man ihn wagerecht aufgehängt hat, in gleicher Lage einen Stab (Draht) von weichem Eisen derartig, dafs dieser an einem Ende, an bestimmter Stelle 1—2 mm vom Magnetpol entfernt, frei schwingen kann, so zeigen sich durch denselben eigentümliche Drehmomente, welche sich auf andere drehbar an ihm befestigte Körper übertragen lassen.

Dieser etwas schwierigen Definition möge eine einfachere Erläuterung folgen. (S. Fig. 1.)

M sei der Magnet, P der Pol, vor dem an bestimmtem Punkte der 1—2 mm starke Eisendraht schwebt; die Länge desselben ist zirka 30 cm. Dieser Draht D wird an dem Ruhepunkt RP gut fixiert und trägt, lose aufgesteckt, eine dünne Pappscheibe. — Statt letzterer kann man diamagnetische Metalle, wie Silber oder Aluminium in Gestalt eines Ringes oder einer Röhre verwenden, ist aber dann nicht sicher vor der Einwirkung von Wirbelströmen. Am besten gelingt das Experiment, wenn man der immerhin etwas schwankenden, kreis-

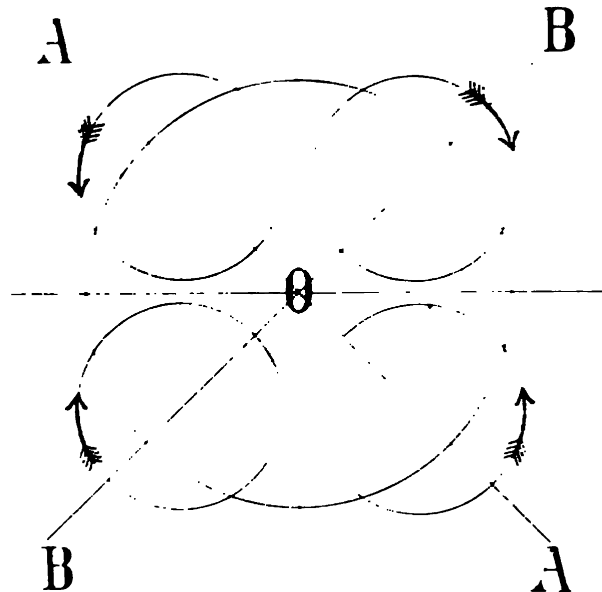


Fig. 2.

förmigen Pappscheibe eine feste Achse mittels einer Federpose oder dgl. gibt.

Wird dann der Strom des Magneten geschlossen, so läuft die Scheibe mit grofser Geschwindigkeit um, indem sie sich gewissermafsen selbst die Stelle auf dem Draht aussucht, wo sie am leichtesten schwingen kann. Da nämlich dieser vermöge seiner Länge jedenfalls Wellenberge und Knotenpunkte in den Schwingungsperioden aufweist, so wird der mitschwingende, drehbare Körper wohl auf einen Berg getrieben werden.

Eigenartig scheint hierbei zu sein, dafs die rotierende Scheibe gemäfs der Stellung des Drahtes gegenüber dem Magnetpol ihre Drehung ändert. Teilt man nämlich dessen Oberfläche durch zwei aufeinander senkrechte Durchmesser A A und B B, wie in Fig. 2 zu

sehen, so dreht sich z. B. die Scheibe, wenn ihre Achse auf A A steht, in der Richtung des Pfeiles links herum, auf B B dagegen rechts herum. Und zwar ist die Geschwindigkeit des Umlaufs in der Mitte des Poles 0 gleich Null, um nach der Peripherie zu anzuwachsen und jenseits dieser zu erlöschen.

Man kann das Drehmoment auch noch auf andere Weise sichtbar machen, wenn man in der bekannten Weise ein Blatt Papier auf den senkrechten oder vor den wagrechten Magneten legt und mit fein verteiltem Eisenpulver bestreut.

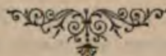
Man erhält dann vier kleine, genau abgegrenzte Kreise, deren Inneres leer ist, während an der Peripherie alles eilig in der oben angegebenen Richtung wandert.

Wenn das beschriebene Phänomen auch zweifelsohne durch die Eigenart des Wechselstroms bedingt erscheint, so bietet doch die Gleichmäfsigkeit und fortgesetzte Gleichrichtung der Bewegung etwas Auffallendes. Man könnte geradezu sagen, es entstehen vier magnetische Drehfelder innerhalb eines scheinbar einheitlich grofsen. Vielleicht liefse sich auf diese Art das Entstehen von Wirbelströmen sehr hübsch darstellen.

Wie die Drehung der Scheibe auf dem Eisenstab zustande kommt, bedarf wohl keiner besonderen Erläuterung. Sie ist der Ausdruck der Torsions- und Transversalschwingungen desselben, welche gemäss dem Takte des Wechselstromes unter gleichzeitigem Einflufs der Schwerkraft sowie des Erdmagnetismus erfolgen, und gleicht dem Umlauf eines Reifens auf kreisförmig geschwungenem Stecken.

Dieser Vorgang läfst sich natürlich nicht mit dem bekannten Experiment der Drehung einer kupfernen Scheibe, welche man teilweise abgeblendet vor den Magnetpol setzt, vergleichen. Vielmehr wird diese durch Anziehung und Abstofsung induzierter Wirbelströme vermöge Phasenverschiebung gegen den Primärstrom des Magneten erzeugt.

Axmann.





Himmelserscheinungen.



Übersicht über die Himmelserscheinungen für Oktober, November und Dezember 1904.[1])

I) **Der Sternenhimmel.** Am 15. Oktober um 11 h, am 15. November um 9 h, am 15. Dezember um 7 h ist die Lage der Sternbilder gegen den Horizont die folgende: Im Osten ist das schönste Sternbild des ganzen Himmels, der Orion, eben aufgegangen. Das Kreuzgestirn hat hier eine fast liegende Stellung, der nördliche Stern 1. Gr. Beteigeuze am linken, der südliche Stern 1. Gr. Rigel am rechten Ende des langen Kreuzbalkens, der kurze Kreuzbalken, die grade Linie der Gürtelsterne δ, ε, ζ steht vertikal, δ zu oberst. Eine durch die Gürtelsterne nach oben gezogene Grade trifft, fünffach verlängert, auf Aldebaran, den Hauptstern des Stiers am linken unteren Schenkel eines römischen V, welches die Sterngruppe der Hyaden bildet; darüber steht, gleichfalls im Stier, der Haufen der Plejaden, in dem ein mittleres Auge 6, ein gutes 14 Sterne zählt. Der lange Kreuzbalken des Orion zeigt nach links auf das Rechteck der Zwillinge, das eben über den Nordosthorizont aufgegangen ist; die Hauptsterne Castor und Pollux bilden die linke kurze Ecke. Rechts vom Stier liegen hoch nach dem Meridian zu die 3 Hauptsterne des Widders, an den sich gerade im Meridian die aus vielen kleinen Sternen bestehenden Fische anschliefsen. Unter ihnen liegt das grofse Sternbild des Walfisches. Mira ist in dieser Zeit dem unbewaffneten Auge nicht sichtbar. Hoch im Meridian liegt horizontal eine Reihe von 3 Sternen, an welche sich rechts ein Viereck anschliefst, so dafs der Gesammteindruck der Konfiguration des grofsen Bären nur vergröfsert entsteht; die 3 Sterne und der ihnen nächste des Vierecks bilden die Andromeda, die anderen 3 Vierecksterne mit einigen rechts anschliefsenden den Pegasus Noch weiter rechts stehen zwei Sterne symmetrisch dicht bei einem hellen. Es ist Atair, der Hauptstern des Adlers, mit β (links) und γ (rechts) desselben Sternbildes. Die Verlängerung der graden Linie der Adlersterne nach links um das 3—4 fache führt auf die beiden im Südwesten untergehenden Hauptsterne des Steinbocks; zwischen diesem und den Fischen steht der Wassermann.

Erheben wir den Blick gerade ins Zenit, so steht ein wenig nördlich desselben das W des Cassiopea. Hier hindurch zieht sich die Milchstrasse, deren gröfster Kreis von Osten gegen das Zenit aufsteigt und sich genau nach Westen heruntersenkt. Folgen wir ihr vom Zenit nach Osten, so finden wir in ihr zunächst den Perseus mit dem veränderlichen Algol, dann das grofse gleichschenklige Dreieck des Fuhrmanns mit der strahlenden Capella, hierauf Stier und Zwillinge, die schon oben besprochen sind. Gehen wir aber vom Zenit nach Westen hinab, so stofsen wir nach einigen unbedeutenden Cepheus-Sternen auf das grofse Sternbild des Schwans und später auf den schon erwähnten Adler. Rechts vom Schwan haben wir die Wega mit den dicht bei ihr stehenden kleineren Sternen der Leier. Wenden wir den Blick nach Norden

---

[1]) Alle Zeitangaben in M. E. Z. und nach astronomischer Zählweise, d. h. die Vormittagsstunden eines Tages sind — mit Ausnahme der Sonnenaufgänge — um 12 h vermehrt zum vorigen Tage gerechnet.

so steht der grofse Bär dort tief mit nach links unten zeigender Deichsel. Wie man von ihm aus den kleinen Bären findet, ist allbekannt. Links neben dem kleinen Bären steht das grofse Sternbild des Drachen. Links von diesem und unter der Wega im Nordwesten noch einige Sterne des Hercules.

Zur Orientierung mögen die folgenden Sterne dienen, welche heller als 3m.3 sind und die abends um 9 Uhr M. E. Z. kulminieren:

Tag	Name	Grösse	scheinbare Rektaszension	scheinbare Deklination	Tag	Name	Grösse	scheinbare Rektaszension	scheinbare Deklination
Okt. 2	ε Pegasi	2.3	21h 39m 31s	+ 9° 26.5'	Nov. 23	β Androm.	2.3	1h 4m 25s	+ 35° 7.1'
3	δ Capric	3.0	41 48	— 16 33.5	27	ϑ Ceti	3.0	29 17	— 8 40.5
7	α Aquarii	3.0	22 0 54	— 0 46.8	Dez. 2	τ Ceti	3.3	39 39	— 16 26.4
8	ϑ Pegasi	3.3	5 24	+ 5 43.9	4	ζ Ceti	3.0	46 46	— 10 48.4
17	ζ Pegasi	3.3	36 43	+ 10 20.2	5	β Arietis	2.8	49 24	+ 20 20.6
	η Pegasi	3.0	38 33	+ 29 43.6	7	γ Androm.	2.4	58 5	+ 41 52.5
20	δ Aquarii	3.0	49 36	— 16 19.6	8	α Arietis	2.1	2 1 50	+ 23 0.8
21	Fomalhaut	1.3	52 24	— 30 7.6	8	β Trianguli	3.0	3 54	+ 34 32.3
23	β Pegasi	var	59 10	+ 27 34.2	11	ο Ceti	var	14 33	— 3 24.7
	α Pegasi	2.0	23 0 2	+ 14 41.8	21	η Eridani	3.0	51 48	— 9 16.7
Nov. 8	α Androm.	2.0	0 3 29	+ 28 34.1	22	α Ceti	2.3	57 19	+ 3 42.9
9	γ Pegasi	2.6	8 21	+ 14 39.4	23	Algol	var	3 2 0	+ 40 35.4
11	ι Ceti	3.3	14 35	— 9 21.1	25	12 Eridani	3 3	8 3	— 29 21 8
16	δ Androm	3.3	34 15	+ 30 20.6	27	α Persei	2.0	17 34	+ 49 31.4
17	β Ceti	2.0	0 38 49	— 18 30.6	30	ε Eridani	3.0	28 28	— 9 47.0

2) **Veränderliche Sterne.** a) Dem unbewaffneten Auge und einem Opernglas sind nur die folgenden Minima der 3 helleren Variabeln des Algoltypus zugänglich:

Algol (3h 2m + 40° 35'), Gröfse 2m.3—3m.4. Halbe Dauer des Minimums: 4½h.

Okt. 2 6h 13m	Nov. 2 19h 12m	Nov. 22 20h 55m	Dez. 12 22h 37m
13 17 29	5 16 1	25 17 44	15 19 26
16 14 18	8 12 50	28 14 33	18 16 15
19 11 7	11 9 39	Dez. 1 11 22	21 13 4
22 7 56	14 6 28	4 8 11	24 9 53
25 4 45	17 3 17	7 5 0	27 6 42

λ Tauri (3h 55m + 12° 14'), Gröfse 3m.4—4m.5. Halbe Dauer des Minimums: 5h.

Okt. 1 8h 57m	Nov. 9 21h 39m	Nov. 29 16h 0m	Dez. 19 10h 21m
5 7 49	13 20 31	Dez. 3 14 52	23 9 14
9 6 41	17 19 23	7 13 45	27 8 6
13 5 34	21 18 16	11 12 37	31 6 58
17 4 26	25 17 8	15 11 29	

δ Librae (14h 56m — 8° 8'), Gröfse 5m.0—6m.2. Halbe Dauer des Minimums: 6h.

Dezember 2 13h 43m	Dezember 11 21h 8m	Dezember 23 12h 25m
4 21 34	16 12 51	25 20 17
9 13 17	18 20 43	30 12 0

Namentlich λ Tauri und δ Librae bedürfen der Beobachtung auch von seiten astronomischer Liebhaber.

b) Maxima der helleren (> 9—10m) Veränderlichen von langer Periode.

Tag	Name	Ort für 1904	Helligkeit d. Max.	Tag	Name	Ort für 1904	Helligkeit d. Max.
Okt. 2	S Piscium	1h 13m + 8° 26'	8—9	Nov. 21	V Cephei	23h 52m + 82° 39'	6—7
3	T Aquarii	20 45 — 5 30	7	22	RU Aquilae	20 8 + 12 42	9
	Z Aquilae	20 10 — 6 26	9	23	T Camelop.	4 31 + 65 57	8
5	U Persei	1 54 + 54 21	9		S Can. min.	7 28 + 8 31	7—8
6	S Hydrae	8 49 + 3 26	8	24	X Ceti	3 15 — 1 25	9
	R Ophiuchi	17 3 — 15 58	7—8	27	V Cancri	8 17 + 17 36	7—8
7	R Cancri	8 11 + 12 1	7	29	RR Cassiop.	23 51 + 53 10	9—10
	RV Hercul.	16 57 + 31 22	9		R Cygni	19 34 + 49 59	7
	X Ophiuchi	18 34 + 8 45	7	30	S Pegasi	23 16 + 8 24	7—8
8	V Androm.	0 45 + 35 8	8—9	Dez. 3	W Lyrae	18 12 + 36 37	8—9
	RU Hercul.	16 6 + 25 19	7		RS Virgin.	14 23 + 5 6	7
9	R Leporis	4 55 — 14 57	6—7	4	X Cygni	19 47 + 32 40	5—6
	T Urs. min.	13 33 + 73 55	9	6	T Leporis	5 1 — 22 2	8
11	RT Aquilae	19 33 + 11 30	8—9		V Monoc.	6 18 — 2 8	7
	RS Gemin.	6 56 + 30 39	9—10	8	R Equulei	21 9 + 12 24	8
12	Z Ophiuchi	17 15 + 1 37	8		S Lacertae	22 25 + 39 49	8—9
19	S Delphini	20 39 + 16 45	8—9	9	R Bootis	14 33 + 27 9	7
20	Z Aurigae	5 54 + 53 17	9		T Gemin.	7 44 + 23 58	8—9
24	T Hydrae	8 51 — 8 46	7—8		S Leonis	11 6 + 5 59	9—10
26	U Can. min.	7 36 + 8 36	9	10	R Virginis	12 34 + 7 31	7
29	Z Cephei	2 14 + 81 14	9—10	14	RW Lyrae	18 42 + 43 32	9
31	R Draconis	16 32 + 66 58	7—8		S Urs. maj.	12 40 + 61 37	8
Nov. 1	V Tauri	4 47 + 17 23	8—9	15	Y Androm.	1 34 + 38 52	9—10
3	R Sagittar.	19 11 — 19 29	7		T Arietis	2 43 + 17 6	8
4	X Androm.	0 11 + 46 29	8—9	16	U Ceti	2 29 — 13 34	7
6	RT Cygni	19 41 + 48 32	6—7	17	V Orionis	5 1 + 3 58	8—9
8	R Persei	3 24 + 35 21	8—9	19	R Arietis	2 11 + 24 37	6—7
13	Y Draconis	9 32 + 78 17	9	23	W Ceti	23 58 — 15 13	8—9
15	V Aquarii	20 42 + 2 5	8	25	RS Aquarii	21 6 — 4 25	9—10
	U Monoc.	7 26 — 9 35	6—7[1]		V Sagittae	20 16 + 20 48	9—10
17	R Lyncis	6 54 + 55 28	8	31	T Androm.	0 18 + 26 28	8
	RT Pegasi	22 0 + 34 40	9—10		U Monoc.	7 26 — 9 35	6—7[1]
20	Z Tauri	5 47 + 15 46	9				

Bei manchen dieser Sterne sind die Daten auf einige Tage unsicher; es empfiehlt sich also, sie einige Zeit vorher aufzusuchen. Besonders verdienstlich ist das Verfolgen eines Sternes durch genaue Helligkeitsschätzungen während des Anstiegs und dann wieder durch den Abstieg seines Lichtes.

Mehrere Maxima erreichen in dieser Zeit die Sterne:

Name	Ort für 1904	Helligk. im Maximum	Zeiten der Maxima Okt.	Nov.	Dez.
T Monocerotis	6h 20m + 7° 8'	6	10	6	3,30
SZ Cygni	20 30 46 16	8	2,17	2,17	2,17
TX „	20 56 42 13	8 bis 9	10,25	9.23	8.22
VX „	20 54 39 48	9	10,30	19	9,29

[1]) Minimum 7—8m Okt. 29. Dez. 13.

3) **Planeten.** Merkur ist am 1. Oktober in gröfster westlicher Elongation und im ersten Monatsdrittel am Morgenhimmel, wo er um $6^1/_2$ Uhr erscheint, links von σ Leonis leicht zu finden. Schon am 30. Oktober ist er in oberer Konjunktion mit der Sonne und kommt an den Abendhimmel, ist aber seines tiefen Standes wegen bis Jahresschlufs dort unsichtbar. Am 31. Dezember ist er in unterer Konjunktion mit der Sonne.

Venus ist Abendstern in zunehmendem Glanze. Aus der Jungfrau eilt sie auf den Hauptstern der Wage α Librae zu, den sie am 11. Oktober unterhalb passiert. Am 26. Oktober geht sie zwischen β und δ Scorpii hindurch, am 31. Oktober über Antares. Freilich geht sie bereits um $5^1/_2$ Uhr unter, so dafs die Sichtbarkeit eine kurze ist. Im November hebt sich dieselbe mehr, indem Venus am Monatsschlusse bis 6 Uhr sichtbar bleibt; sie steht dann im Schützen, dessen in dieser Gegend hellsten Stern σ sie am 26. November oberhalb passiert. Am 11. September erreicht sie den Steinbock und hat hier am 27. Dezember eine Zusammenkunft mit Saturn, der 48' über ihr steht. Am Jahresschlufs bleibt Venus bis $7^1/_2$ Uhr sichtbar.

Mars, links oberhalb von Regulus, erscheint am Morgenhimmel um $2^1/_2$ Uhr. Er durchwandert langsam das Sternbild des grofsen Löwen rechtläufig und tritt am 8. November in die Jungfrau, wobei er seinen Aufgang langsam auf $2^1/_4$ Uhr verfrüht. Am 12. November geht er 53' nördlich von β Virginis, am 25. nur 8' nördlich von η Virginis, am 6. Dezember $1^1/_4$° südlich von γ Virginis am 19. Dezember nur 5' südlich an ϑ Virginis vorbei. Am Jahresschlufs steht er über und schliefslich links von Spica, dem Hauptstern der Jungfrau. Sein Aufgang hat sich bis $1^1/_2$ Uhr morgens verfrüht.

Jupiter ist anfangs die ganze Nacht hindurch sichtbar, indem er rückläufig in den Fischen bereits $6^1/_4$ Uhr abends aufgeht. Am 18. Oktober ist er in Opposition mit der Sonne. Die Rückläufigkeit dauert an bis zum 15. Dezember, wo der Planet zwischen ζ und μ Piscium still steht und sich dann wieder nach links wendet. Beim Jahresschlufs geht Jupiter bereits um 1 Uhr nachts unter.

Saturn ist Anfang Oktober noch für kurze Zeit rückläufig im Steinbock, zwischen dessen Sternen ϑ und ι. Beim Dunkelwerden steht er bereits im Südsüdosten. Am 19. Oktober wird Saturn rechtläufig. Er bleibt dann bis $11^1/_2$ Uhr zu sehen. Am 7. Dezember, wo Saturn dicht bei ι Capricorni vorbeigeht, erfolgt der Untergang bereits um $8^1/_2$ Uhr abends, gegen Jahresschlufs schon um $7^1/_4$. Am 27. Dezember steht Venus, von rechts herankommend, 48' südlich von Saturn.

Uranus rechtläufig rechts unter μ Sagittarii ist mit einem Opernglase für den Ortskundigen leicht aufzufinden; er geht Anfang Oktober bereits $8^3/_4$ abends unter und verschwindet von Mitte November an in der Abenddämmerung. Am 21. Dezember ist er in Konjunktion mit der Sonne.

Neptun, nur mit dem Fernrohr sichtbar, bewegt sich vom 11. Oktober an rückläufig in den Zwillingen. Unter ε Geminorum wird man ihn in der Positition $6^h\,34^m + 22°\,11'$ (genau gültig für November 15) auffinden können.

4) **Jupitermonde.**

I. Trabant. Eintritt in den Schatten (im Fernrohr links von der Planetenscheibe)

Okt.	2	17^h	28^m	18^s	Okt.	11	13^h	52^m	7^s	Okt.	20	10^h	16^m	0^s
	4	11	57	6		13	8	20	51		22	4	44	53
	6	6	25	48		18	15	47	15					

Austritte aus dem Schatten (im Fernrohr rechts von der Planetenscheibe).

Okt.	27	14h	20m	1s	Nov.	21	9h	4m	8s	Dez.	14	9h	20m	13s
	29	8	48	55		26	16	30	56		16	3	49	11
Nov.	3	16	15	22		28	10	59	48		19	16	47	5
	5	10	44	17		30	5	28	46		21	11	16	4
	7	5	13	4	Dez.	3	18	26	39		23	5	44	59
	10	18	10	48		5	12	55	31		26	18	42	53
	12	12	39	45		7	7	24	30		28	13	11	53
	14	7	8	33		12	14	51	17		30	7	40	48
	19	14	35	18										

II. Trabant. Eintritte Okt. 5 8h 9m 34s, Okt. 12 10h 54m 38s

Austritte:

Okt.	19	15h	54m	16s	Nov.	13	12h	58m	21s	Dez.	8	10h	4m	44s
	23	5	11	52		20	15	34	14		15	12	41	14
	26	18	29	30		24	4	52	15		22	15	17	56
	30	7	47	11		27	18	10	17		26	4	36	24
Nov.	6	10	22	41	Dez.	1	7	28	24		29	17	54	48

III. Trabant.		Eintritt.			Austritt.		
Okt.	1	19h	0m	10s	18h	52m	0s
	23	5	5	51	6	53	25
	30	9	8	12	10	54	24
Nov.	6	13	11	16	14	56	6
	13	17	13	49	18	57	19
Dez.	5	5	21	23	7	0	59
	12	9	24	11	11	2	33
	19	13	26	58	15	4	8
	26	17	30	23	19	6	23

5) Von **Meteoren** sind die Nächte um den 13. November (Leoniden) und um den 25. November (Bieliden) besonders belebt.

6) **Sternbedeckungen durch den Mond** (sichtbar für Berlin):

Tag		Name	Größe	Eintritt	Austritt	Positionswinkel[1]) d. Eintritts	Positionswinkel[1]) d. Austritts
Okt.	26	γ Tauri	4.0	17h 53.7m	18h 39.3m	131°	217°
Nov.	20	ξ¹ Ceti	4.3	11 44.7	12 59.7	82	238
Dez.	3	κ Virginis	4.3	16 45.9	17 13.1	174	228
„	20	γ Tauri	4.0	7 12.6	8 16.8	100	229
„	20	θ¹ Tauri	4.2	12 41.3	13 18.7	141	202
„	20	Anonyma	5.0	13 35.2	14 42.6	94	253
„	20	Aldebaran	1	16 24.8	17 7.2	44	308
„	26	A Leonis	4.8	9 57.6	10 18.4	35	351

7) **Konjunktionen der 5 alten Planeten mit dem Monde.**

Merkur	Okt.	7	16h	Nov.	7	10h	Dez.	8	6h
Venus	„	10	12	„	9	14	„	9	22
Mars	„	6	0	„	3	12[2]	„	1	22[2]
Jupiter	„	23	11	„	19	12	„	16	18
Saturn	„	17	17	„	14	1	„	11	13

[1]) Gezählt vom nördlichsten Punkte des Mondes nach links herum.

[2]) Für südlichere Gegenden sogar Bedeckung.

8) **Mond.** a) Phasen.

Letzt. Viert.	Okt. 2 3 h		
Neumond	8 18	Nov. 7 5 h	Dez. 6 17
Erst. Viert.	15 19	14 14	14 11
Vollmond	23 24	22 16	22 7
Letzt. Viert.	31 12	29 31	29 5

b) Apsiden.

Erdnähe	Okt. 7 19 h	Nov. 5 1 h	Dez. 2 13 h	Dez. 27 6 h
Erdferne	Okt. 20 3 h	Nov. 16 20 h	Dez. 14 16 h	

c) Auf- und Untergänge für Berlin.

Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin	Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin	Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin
Okt. 1	9h 42m	0h 43m	Nov. 1	11h 53m	1h 46m	Dez. 1	13h 31m	1h 22m
6	15 33	4 19	6	18 31	4 15	6	19 48	3 57
11	22 14	6 55	11	23 49	7 50	11	23 30	8 36
16	1 52	11 3	16	1 51	12 59	16	1 2	13 55
21	4 9	16 15	21	3 47	18 23	21	3 28	19 20
26	6 17	21 38	26	7 25	23 10	26	8 45	22 59

9) **Sonne.**

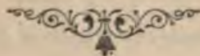
Sonntag	Sternzeit f. den mittl. Berl Mittag[1])	Zeitgleichung mittl. — wahre Z.	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin
Okt. 2	12 h 42 m 56.9 s	— 10 m 33.9 s	6 h 9 m	5 h 40 m
9	13 10 32.7	— 12 37.5	6 22	5 24
16	13 38 8.6	— 14 19.4	6 34	5 8
23	14 5 44.5	— 15 34.0	6 47	4 53
30	14 33 20.3	— 16 15.1	7 0	4 39
Nov. 6	15 0 56.2	— 16 17.5	7 13	4 26
13	15 28 32.1	— 15 38.9	7 26	4 15
20	15 56 8.0	— 14 19.8	7 38	4 5
27	16 23 43.9	— 12 21.3	7 50	3 57
Dez. 4	16 51 19.8	— 9 46.9	8 0	3 52
11	17 18 55.7	— 6 43.8	8 9	3 50
18	17 46 31.6	— 3 22.6	8 15	3 50
25	18 14 7.5	+ 0 5.8	8 19	3 54
Jan. 1	18 41 43.4	+ 3 30.9	8 20	4 0

[1]) Im mittl. Berliner Mittag zeigt eine nach M. E. Z. gehende Uhr 0 h 6 m 25.2 s.

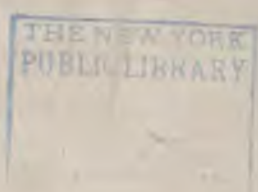


Peter Kropotkin: Gegenseitige Hilfe in der Entwickelung. Autorisierte deutsche Ausgabe, besorgt von Gustav Landauer. Leipzig 1904. Theodor Thomar. 338 S.

Auf Reisen durch Sibirien und der Mandschurei hat der Verfasser die grofse Bedeutung der von Darwin als natürliche Hemmnisse gegen Übervölkerung bezeichneten Momente erkannt. Schneestürme, Fröste und Überschwemmungen vernichten in jedem Frühjahr und Sommer gewaltige Mengen von Tieren, so dafs der Kampf der Individuen derselben Art um die Nahrung, der Kampf ums Dasein in der gewöhnlichen Auffassung gar nicht in Betracht kommt. In solchen Fällen und auch da, wo grofse Tiervölker zusammen sind, drängte sich ihm die Beobachtung auf, dafs Tiere derselben Art sich gegenseitig Hilfe leisten. Dieser Erscheinung, die neben dem ja oft recht scharf auftretenden Kampf ums Dasein zu wenig beobachtet wird, ist das vorliegende Buch gewidmet. Und zwar beschäftigen sich die beiden ersten Kapitel mit der gegenseitigen Hilfe bei den Tieren, die beiden folgenden mit der Hilfe bei den Wilden und den Barbaren, die nächsten mit den Beziehungen in der Stadt des Mittelalters und die letzten mit der gegenseitigen Hilfe in unserer Zeit. In einem Anhang sind kurze Ergänzungen zu dem Behandelten gegeben. Da Fürst Peter Kropotkin ebensosehr Soziologe wie Naturforscher ist, so liegt der Schwerpunkt für ihn nicht in der Behandlung der Tiere, sondern in der der Menschen. Von den Tieren geht er allmählich über die kulturlosen Menschen zu den Trägern der Kultur über. Mag man auch hier oder da seine Ansicht nicht teilen, so wird man doch das ganze Werk nicht ohne viel Vergnügen lesen und dem Verfasser darin beistimmen, dafs die gegenseitige Hilfe auf der ganzen Welt nach den mannigfachsten Umständen zu beobachten ist und dafs sie für das Leben, wie es ist, einen aufserordentlichen Wert hat. A. S.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.





Palermo vom Palazzo Reale aus gesehen.



Capella Palatina.


PUBLIC LIBRARY



Palermo.

Von Dr. Alexander Rumpelt-Taormina.

Städte haben wie die Menschen jede ihre eigene Physiognomie. Je nach dem Geist, der sich bei dem einzelnen Menschen in Blick und Haltung ausprägt, nach den äufseren Verhältnissen und den klimatischen Einflüssen, unter denen er aufgewachsen ist, wird sich jeder anders geben. Städte des Südens und des Nordens, Städte im rauhen, schwerzugänglichen Gebirge und Städte in offener, fruchtbarer Ebene, Städte ohne Wasser und solche an einem schönen, grofsen Flufs oder gar am Meer, welche Verschiedenheit! Ja, soweit läfst sich der Vergleich wenigstens für Europa ausdehnen: wie jeder nicht ganz gewöhnliche Mensch eine Mischung verschiedener Zeitalter und deren Anschauungen darstellt: ein Stück Antike, wenn er in seiner Jugend humanistische Bildung sich angeeignet hat; ein Stück Mittelalter durch die in der Schule ihm eingeimpften Dogmen — er mag sie glauben oder nicht —; ein Stück Moderne, falls er sich in der Welt umgesehen und das Leben auf sich hat wirken lassen, so erscheint auch jede Stadt, die ein tieferes Interesse wecken soll, als ein Durcheinander von Vergangenheit und Gegenwart. Es gibt keine durchweg altertümliche Stadt mehr; nicht einmal das innere Nürnberg und Rothenburg a. d. Tauber haben ihr Bild ganz rein bewahrt. Ebensowenig gibt es aber — in unserem Erdteil — absolut moderne Städte, die nur aus Schulen, Kasernen, Fabriken, Mietshäusern und Villen bestehen.

Wenn wir unter diesem Gesichtspunkt Palermo betrachten, so zeigt sich hier der Mischcharakter nicht so auffällig wie bei anderen Grofsstädten. Es ist eine südliche Stadt: das lehrt die Bauweise der Häuser, die, dem heifsen Himmel entsprechend, mit beinahe platten

Dächern luftig-hoch und von oben bis unten aus Stein aufgeführt sind. Es ist eine Seestadt: das sagt ein Blick auf die Hunderte von Masten und die Dutzende von Dampferschloten im Hafen. Es ist zugleich Hauptstadt einer Insel, deren Bewohner durch ihre Lage und eine jahrhundertelange Sonderregierung von der Aufsenwelt abgeschlossen, sich eigentlich nie als Italiener fühlten und noch heute nicht fühlen, sondern als kleine Nation für sich. Und so sehen wir hier im wesentlichen den früheren altertümlichen Charakter bewahrt, den die paar Fabrikschornsteine draufsen am Meer ebensowenig zu stören vermögen wie die jüngeren Prachtgebäude, z. B. die beiden Theater im neuen westlichen Stadtteil. Zum mindesten pafst sich dieser Stadtteil den älteren Vierteln gefälliger an als bei uns: selbst die gröfsten Zinshäuser verraten noch Geschmack, erscheinen nicht wie riesige steinerne Geldschränke, in trostloser Nüchternheit mit dem einzigen Gedanken hingesetzt, möglichst viele Tausende an Miete herauszuschlagen. Und auch unsere herrlichen Vorstadtvillen mit ihrer verlogenen Stuckverzierung, ihren altertümelnden Giebeln, Erkern und Türmchen fehlen Gott sei Dank gänzlich.

Nun darf man aber nicht etwa die Erwartung hegen, als ob jedes Gebäude der inneren Stadt ein Juwel alter Stile sei, wie etwa der „Ritter" in Heidelberg oder das Prellerhaus in Nürnberg. Auch finden wir einzelne Perioden, in denen Palermo schon eine grofse Rolle spielte, durch Baudenkmäler überhaupt nicht vertreten. Es sind eigentlich nur zwei Zeitalter, die der inneren Stadt ihr Gepräge aufgedrückt haben: das arabisch-normannische in zahlreichen Kirchen und Palästen, und das spanische gleichfalls in Kirchen, aber auch in ganzen Strafsen, z. B. der Via Macqueda.

Den hundert zum Teil vorzüglichen Beschreibungen Palermos, von Bartels (1782) und Goethe angefangen bis auf Graf Dohna und Velhagen und Klasing, eine hunderteinste hinzuzufügen, liegt mir fern. Ich will nur in grofsen Zügen die dreitausendjährige Geschichte dieser merkwürdigen Stadt verfolgen von den Tagen der Phönizier an bis heute und dabei zeigen, wie sich ihre Geschichte in den Überresten der Vergangenheit, vor allem in ihren Bauten und Monumenten spiegelt.

Wie mögen die Leute aus Tyrus und Sidon gefrohlockt haben, als sie, mit ihren geschnäbelten Schiffen die unbekannte Insel umfahrend, zum ersten Male den prachtvollen Golf zwischen dem heutigen Monte Pellegrino und Cap Zafferano sich ausbreiten sahen, dahinter eine weite fruchtbare Ebene, umkränzt von schöngeformten Bergen! Das

mag in den Tagen gewesen sein, da David, der grofse König ihres Nachbarreiches, von Damaskus bis zum Roten Meer herrschte, oder da sein noch gröfserer Sohn Salomo im heimischen Libanon die Zedern für seinen Tempel zu Jerusalem fällen liefs (ca. 1000 v. Chr.), vielleicht schon viel früher. Noch kein Haus erhob sich damals in der Goldmuschel, der conca d'oro, wie die reiche palermitanische Ebene so treffend genannt wird. Nur hier und da eine armselige Hütte der Sikuler, wohl ähnlich jenen Kralen, die die Hirten noch



Monte Pellegrino.

heutigen Tages in Sizilien und Kalabrien als Unterschlupf aus Rohr und Stroh errichten.

Sie kamen nicht mit kriegerischen Gedanken, die Phönizier, sie wollten nur handeln, handeln, reich, sehr reich werden. Aber, um so fern von der Heimat für ihre Tauschgeschäfte einen Stützpunkt zu schaffen, mufsten sie sich niederlassen. Es ist anzunehmen, dafs damals die erste Ansiedelung hier entstand, ein Dorf oder eine kleine Stadt.

In der schönen Bucht landeten später die ihnen stammverwandten Punier aus Karthago, wohl um dieselbe Zeit, als die Hellenen an der Ostküste ihre ersten Kolonien gründeten: Naxos 735, Syrakus 734, Catania und Messina 729 v. Chr. Die Hellenen breiteten

sich allmählich über den ganzen Süden und einen Teil der Nordküste der Insel aus. Die kleine karthagische Provinz im Westen mit den Städten Motye, Soloeis und Panormus (Palermo) hatte einen schweren Stand, zumal nach dem glänzenden Sieg des Syrakusaners Gelon bei Himera (480). Mit wechselndem Glück kämpfte dann hier Europa gegen Afrika, Kultur gegen Barbarei, und erst die Römer brachen durch die Einnahme von Panormus und weitere Siege, darunter die vor Palermos Toren ausgefochtene Elefantenschlacht, die Kraft der Karthager.

Aus dieser Epoche stammen zwei Grabdenkmäler (im Museum), die in der Nähe des heutigen Palermo, in Cannita ausgegraben wurden, vielleicht Mutter und Tochter oder Grofsmutter und Enkelin darstellend. Das Antlitz der einen zeigt noch den rohen Medusencharakter des 6. Jahrhunderts, das andere den feinen Idealkopf des fünften. Die Grundform ist bei beiden afrikanisch, erinnert an die ägyptischen Mumiensärge. Merkwürdigerweise ist bei der archaischen das Gewand viel mehr herausgearbeitet, aber auch nur als Flächenrelief nach assyrischer Weise, während bei der späteren aus dem gar nicht behandelten Gewand nur die herabfallenden Haare, die Arme und Füfse herausschauen. Also echte Zeugen jener Zeit, da sich hier hellenische und asiatisch-afrikanische Kunst vereinigten. Doch wenn auch nicht die Waffen, die griechische Bildung, vor allem die Kunst siegte in Panormus. Das beweisen seine Münzen, die nicht nur griechischen Charakter, sondern anfangs (im 5. Jahrhundert) sogar griechische Inschriften (Πανορμιταν) zeigen. Dem Beispiel des Dionys, der (nach Holm: Geschichte Siziliens im Altertum) für sein ganzes Herrschaftsgebiet nur eine grofse Silbermünze bestehen liefs, folgten dann die Karthager, indem sie im 4. Jahrhundert in Panormus die schönen Tetradrachmen prägten, die auf der einen Seite ein Pferd oder einen Pferdekopf mit einer Palme (das Sinnbild der Stadt), auf der anderen einen weiblichen Kopf erkennen lassen. Die Inschriften jedoch sind punisch und nehmen sich neben diesen feinen Kunstgebilden merkwürdig genug aus. Sie lauten: Kart Chadasat (= Karthago), Machanat oder Schammachanat (= Festung) oder Mechasbini (Bedeutung unklar).

240 wird Sizilien römische Provinz, und wenn Panormus auch nicht gerade eigentliche Hauptstadt war, so bildete es doch neben Syrakus und Messina als Handelsemporium einen wichtigen Platz, besonders für die Getreideausfuhr. Die Zerstörungswut des Mittelalters und der spanischen Fremdherrscher hat keine Bauten aus der

Zeit der Römer stehen lassen. Der Geschichtsschreiber Fazellus (1490—1570) berichtet noch von einem ansehnlichen Amphitheater, dem „Zirkus“ oder „grünen Saal“, wie es ein arabischer Dichter des 12. Jahrhunderts nennt. Es wurde im 16. Jahrhundert dem Erdboden gleichgemacht. Und da sich nach jeder Zerstörung durch die Goten, Byzantiner, Araber, Normannen, Deutschen, Spanier die neuen Häuser immer wieder auf den Trümmern der alten erhoben, so ist auch durch Ausgrabungen wenig gefunden worden, obschon die Erde hier gewifs manchen köstlichen Schatz noch birgt. Nur auf unbebautem Boden steht eine Ausbeute zu erwarten, wie denn die beiden grofsen Mosaikfufsböden im Museum, verschiedene Götterbildnisse und Orpheus unter den Tieren darstellend, auf dem Schlofsplatz zutage kamen (bei Tiefbauarbeiten 1869). Diese beiden Mosaiken, eine Anzahl Inschriften (gleichfalls im Museum) und drei jetzt im Rathaus aufgestellte Statuen sind das einzige, was vom römischen Panormus heute noch zu sehen ist.

375 bei der Teilung des römischen Reiches fiel Sizilien an Byzanz. Immer noch war Syrakus die erste Stadt der Insel, wo ja auch jahrhundertelang der römische Prätor seinen Sitz gehabt hatte. 663—668 nahm sogar einer der Schattenkaiser vom Bosporus, Konstanz II., seine Residenz in Syrakus. Das änderte sich, als 831 die Araber Palermo eroberten — erst nach einjähriger Belagerung; demnach mufs die Stadt auch unter der traurigen Regierung der Byzantiner stark und mächtig gewesen sein. Die Araber erkannten die Bedeutung Palermos. Durch sie wurde „Balarmhu“ die Hauptstadt Siziliens und ist es bis heute geblieben.

Durch Amari, den sizilianischen Patrioten, der die Jahre der Verbannung benutzte, um in Paris und Florenz sein wertvolles Werk: Geschichte der Araber in Sizilien*) zu schreiben, sind wir in der Lage, uns von dem arabischen Palermo des 9. bis 12. Jahrhunderts ein ziemlich klares Bild zu machen. Von den sieben Stadtteilen waren zwei, der Kasr und die Kalaesa befestigt, mit Mauern, Türmen und Wallgräben. Noch jetzt wird die Hauptstrafse, die langsam ansteigend vom Meer nach dem Schlofs führt, vom Volk Cássaro genannt. Hier hatten die arabischen Vornehmen ihre Paläste. Die Kaläsa — der Name ist in der Piazza della Kalsa erhalten — schlofs sich östlich und südlich an den Kasr an. Hier standen das Schlofs der Emire, wo später die Normannen und Hohenstaufen residierten,

*) Amari, Storia dei Musulmani di Sicilia. Florenz 1854—58. 4 Bände.

und die grofse Moschee, der jetzige Dom. Im Westen schied ein sumpfender Bach, wo Papyrus angepflanzt war, die Altstadt von dem Quartier der Slawonier, d. h. der fremden Kaufleute, die hier, wie die Deutschen in Venedig, ihre Fondacchi, ihre Herbergen und Warenlager hatten. Um diese drei Stadtteile gruppierten sich — ohne dafs eine genaue Bestimmung möglich wäre — die Neustadt, mit grofsen Bazaren, wohl ähnlich den Souks im heutigen Tripolis und Tunis, die Region der Moscheen, das Judenviertel und die Kasernenstadt.

Die Vorstädte dehnten sich südlich bis ans Gebirge, östlich bis zum Oreto hin, an dessen blumenreichen Ufern prachtvolle Landhäuser mit Gärten und Parks entstanden. Das Meer zog sich in jener Zeit viel tiefer ins Land hinein; die heutige Piazza Sant' Antonio, in deren Nähe damals vermutlich erst der Kasr begann, war ein Landvorsprung, den ein hoher Turm, Baych genannt, seit 962 schützte. Hier schieden sich die beiden Häfen. Die östliche Bucht nahm die Kriegsfahrzeuge, die westliche die Handelsschiffe auf.

Zuckerrohr und Baumwollenstaude wurden in der „Goldmuschel" angepflanzt, ebenso Safran und Henna (ein Färberkraut), weniger Wein — wegen des Verbots des Propheten — und Oliven, die aus Afrika bezogen wurden. Hingegen führten die Araber in Sizilien, ebenso wie in Ägypten und Spanien die Pomeranzen aus Indien (im 10. Jahrhundert) mit grofsem Erfolg ein. Liebevolle Pflege erfuhr auch der Maulbeerbaum wegen der Seidenzucht. Ein raffiniertes Berieselungssystem von Schöpfrädern, Pumpwerken, Wassertürmen, Zisternen und Gräben machte selbst das entlegenste, dürrste Fleckchen fruchtbar. Die Konditorei scheint vor allem geblüht zu haben; die kandierten Früchte Balarmhus, in hohe Steinkrüge verpicht, wurden nach Ägypten, nach Spanien, nach England ausgeführt und bildeten neben den kostbaren Mineralien der Insel: Schwefel, Bimsstein und neben Ammoniaksalz und wohlriechenden Harzen aus den Urwäldern des Ätna Tauschartikel mit den Datteln und Löwenfellen Afrikas, mit den Lederarbeiten Cordovas, den Degenklingen Sevillas, dem Bernstein und den Metallen der nördlichsten Küsten Europas.

Welch ein Verkehr!

Aber auch welch hohe Bildung fand hier ihre Stätte! Aristoteles, Euclid, Hippocrates und Ptolemaeus studierten und übersetzten die arabischen Gelehrten, allerdings, wie Amari sagt, nur „mit geheimer Scheu, weil diese alten Schriftsteller ja sämtlich böse Heiden waren, die am Tage des jüngsten Gerichts trotz

all ihrer Weisheit vor dem Richterstuhl Allahs gewifs nicht bestehen würden".

Trotz ihrer überirdischen Hoffnungen verstanden die Araber die Kunst, auch das kurze irdische Dasein voll auszuleben. Ihr hoher Verstand liefs sie all ihre Kräfte aufs höchste anspannen. Kultur und damit Wohlstand zog in Palermo, ja in die ganze unter der christlichen Regierung verlotterte Insel ein. Dabei kann man die sizilianischen Sarazenen nicht des Fanatismus zeihen. Wenn der gröfste



Der Dom von Palermo.

Teil der alten Bewohner sich zum Islam bekehrte, so geschah dies nicht durch Gewalt, sondern aus praktischen Gründen. Immerhin war der Islam 240 Jahre lang Staatsreligion auf Sizilien, das Christentum nur geduldet; nur wenige der vorhandenen Kirchen blieben den „Kreuzanbetern" offen, die meisten wurden in Moscheen verwandelt.

Sicher war das mohammedanische Sizilien damals in der Zivilisation dem christlichen Norden Europas bei weitem überlegen, und Palermo liefs sich nach Bevölkerungszahl, Handelsbedeutung und Schönheit der Gebäude nur mit drei anderen, ebenfalls mohammedanischen Städten vergleichen, mit den Kalifensitzen: Cordova, Cairo und Bagdad. Es mufs damals mit seinen maurischen Türmen und zahllosen Moscheen und Minaretts, seinen Bazaren, seinen Spitzbogen-

palästen, mit seinen vielen öffentlichen Bädern und Palmengärten einen völlig orientalischen Eindruck gemacht haben.

Aber an der Wurzel des stolzen Baumes nagte ein böser Wurm, die Zwietracht. Nicht nur die orthodoxen Schiiten befehdeten die gemäfsigten Sunniten und die völlig freigeisterischen Suffiten. Bürgertum und Adel standen sich feindlich gegenüber, und den erblichen Emiren von Balarmhu erwuchsen in abtrünnigen Vasallen immer wieder innere Feinde, mit denen sich ein äufserer leicht verbinden konnte. Diese Zwietracht benutzte das aus dem Norden einbrechende Räubervolk der Normannen, — eigentlich kein Volk, sondern nur wenige abenteuernde Ritter mit ihren Reisigen — die sich im 11. Jahrhundert in Apulien und Kalabrien festgesetzt hatten und nun ihre begehrlichen Augen nach der reichen Insel richteten. Der Schneemantel des Ätna glitzerte und die blühenden Gefilde zu seinen Füfsen leuchteten allzu verlockend herüber zu den Waldgebirgen der Sila und des Aspromonte.

1072 drang bei einer zweiten Belagerung Roger I. in Palermo ein und eröffnete die kurze, aber stolze Reihe der Herrscher aus dem Hause Hauteville. Freilich währte es noch beinahe fünfzig Jahre, bis die aus dem Zusammenprall von Nord und Süd, von Kreuz und Islam entstandenen Wirren leidlich gelöst, die Gegensätze soweit ausgeglichen waren, dafs Rogers Sohn, Roger II., sich im Dom von Palermo die Königskrone aufs Haupt setzen konnte.

Unter seiner Regierung (bis 1154) und unter seinen Nachfolgern Wilhelm I. († 1166) und Wilhelm II. († 1189) schmückte sich Palermo mit einer Reihe Bauten, die, ganz oder zum Teil erhalten, uns einen Begriff von dem kometenähnlich aufleuchtenden Glanz jenes Jahrhunderts geben, da das Löwenbanner der Hautevilles von der Königsburg Palermos wehte.

Es entstanden nacheinander: die Capella Palatina anfangs des 12. Jahrhunderts, San Giovanni degli Eremiti 1132, etwas später die Martorana-Kirche, zwischen 1154 und 1166 das Rogerzimmer im königlichen Palast, San Cataldo und die Zisa. 1176 wurde der Neubau des Domes in Angriff genommen, und in demselben Jahre der Grundstein zum Dom von Monreale gelegt. Diese Namen lassen das Herz jedes Kunstfreundes höher schlagen, sie verbürgen für alle Zeiten Palermo seinen Rang unter den ersten Kunststädten der Erde. Die meisten dieser Schöpfungen zeigen, sei's in Architektur, sei's in Dekoration, die eigentümliche Fortbildung, die der bisher heimische, rein arabische Stil durch Aufnahme normannischer und byzantischer

Elemente (dreifache Krypta; Basilikenanlage und Figurenmosaik) erfuhr. San Giovanni degli Eremiti mit seinen quadratischen Spitzbogengängen, mit seinen fünf maurischen Kuppeln macht völlig den Eindruck einer Moschee. Der letzte Überrest des Lustschlosses Cuba, das wuchtige, kuppelgekrönte Spitzbogentor der sogenannten „Cubola" könnte gerade so gut in Damaskus stehen. Eine Überfülle solcher echten Baugedanken des Orients mochte man noch unter den Normannen namentlich in den Vorstädten begegnen, wo die Sarazenen ihre Quartiere hatten, ähnlich dem heutigen Araberviertel in Tunis. Das Vorhandene gibt davon immerhin eine Vorstellung. Wie trotzig reckt sich der alte Martoranaturm empor, wie majestätisch beherrscht der kastellartige Dom mit seinen Zickzackfriesen und Blendarkaden, seinen wundervollen Türmen und Zinnen den weiten Platz! Welch intimes Kleinod, das Brunnenzimmer der Zisa mit seinen mosaizierten Medaillons, seinen zierlichen Säulen und Arabesken! Und die Capella Palatina — ein uralt heiliges Gedicht aus Gold und Marmor! Den höchsten Triumph aber feiert diese Kunst in dem Dom von Monreale, der im Gegensatz zu dem mystischen Halbdunkel der Kapelle im königlichen Schlofs frei und offen im scharfen Licht des Südens seine bunten Wunder zur Schau stellt. Welche Harmonie der edelsten Raumverhältnisse, der erlesensten Farben! Kein besseres Denkmal konnte sich der letzte Normannenherrscher auf seiner Insel errichten, und mit verdientem Recht schläft er hier neben seinem Vater den ewigen Schlaf. Es ist, als ob diese Könige den frühen Untergang ihres Geschlechts geahnt und sich beeilt hätten, noch schnell ihr schönes Palermo mit unvergänglichen Andenken an ihre ruhmvolle Regierung zu schmücken.

Die beiden Wilhelme erbauten aufser der Zisa zwei prachtvolle Gartenschlösser, die schon erwähnte Cuba und die Favara, von der gleichfalls nur geringe Spuren heute noch sichtbar sind. Aber Beschreibungen dieser Stätten jeder irdischen Lust, vor allem der grofsartigen Parkanlagen, sind erhalten in überschwänglichen Hymnen arabischer Dichter (Amari III. B. S. 755).

„Auf lafst den alten Wein von gold'ner Farbe kreisen, verlängert den Frühtrunk bis in die Abendsprache!
Trink zum Klang der zweigehörnten Leyer und zum Gesang der Hofsänger!
Wahrhaft lebt man nur in dem glückseligen Lande Sizilien!
Im Schatten eines Fürstenhofs, der übertrumpft den Hof der Cäsaren!
Siehe die sieghaften Paläste, vor denen die Freude ihr Rofs anhält!
Bewundere diesen Aufenthalt, den Gott mit Überflufs gesegnet!

Den Zirkus, der alle Werke der Kunst übertrifft,
Die Gärten der Favara, wo die Welt wieder lachen lernt!
Und die Löwen des Quells, deren Rachen paradiesisch klares Wasser speien."

Abd-er-Rahman aus Trapani (ca. 1170) läfst sich vernehmen:

„O Favara mit Deinen beiden Meeren,*) Du befriedigst jeden Wunsch mit lustreichem Leben und herrlicher Pracht.
Deine Wässer ergiefsen sich in neun Bächen. Da wo die beiden Meere sich vereinigen, da häufen sich die Wonnen.
O wie schön ist der See mit den beiden Palmen und die Insel, auf der sich der grofse Palast erhebt!"

Und Bescrun-Ibn-Schebib von Mehdia singt von den königlichen Gärten:

„Hier antworten sich die Vögel, ohne auszuruh'n, vom Morgen bis zum Abend.
Lang herrsche in seinem Ruhm Roger, der König der Könige,
Und freue sich noch lange der Wonnen dieses Lebens!"

Wie in der Kunst, so behauptete auch in der Wissenschaft das arabische Element sein Übergewicht. Der Kalif Afdal von Cairo hatte 1119 daselbst eine Sternwarte gebaut. Das Beispiel ahmten die Normannen in ihrer Residenz nach. Auf dem höchsten Turm ihres Schlosses verfolgten arabische Astronomen und natürlich auch Astrologen den Lauf der Gestirne. Der grofse Geograph Edrisi, selbst als Spröfsling der Kalifen von Cordova aus königlichem Stamm, schuf in Palermo im Exil sein Werk über Erdkunde und hatte das Glück, es nach fünfzehnjähriger Arbeit seinem Mäcen Roger II. sechs Wochen vor dessen Tod zu überreichen (1154). Dieser hatte ihm unter anderen Gunstbeweisen 400 000 Drachmen, jedenfalls den Raub der Kirchenschätze von Monte Cassino und andern Klöstern, geschenkt, um aus Silber eine grofse Scheibe herzustellen, worauf die bekannten Länder und Meere, Flüsse, Gebirge und Städte verzeichnet wurden. So grofs war das Interesse des Königs an der Erdkunde, dafs er Gelehrte, die von tüchtigen Zeichnern begleitet waren, an die entferntesten Gestaden schickte, um alles Merkwürdige aufnehmen zu lassen. Eine Art Akademie von Geographen, deren Vorsitzender der König, deren Leiter Edrisi war.

Wenn auch der christliche Fanatismus zuweilen in blutigen

*) Das andere Meer war ein grofser künstlicher See; die Stelle heifst noch heute im Volksmunde Maredolce.

Verfolgungen sich Luft machte (z. B. 1153) und eine Menge der edelsten Geister nach Spanien und Ägypten in die Verbannung trieb, es war doch eine Zeit der Macht und des Glanzes, wie sie Palermo nur noch einmal unter Friedrich II. von Hohenstaufen wiedersah.



San Giovanni degli Eremiti.

Friedrich II. wurde 1194 als Sohn Heinrichs VI. und der Erbtochter des letzten Normannenkönigs, Konstanze, geboren, die dem deutschen Kaiser Sizilien als Mitgift zubrachte. Er verlebte seine Jugend bis zum 17. Jahre unter dieser südlichen Sonne im Schlofs von Palermo, wurde als vierjähriges Kind im Dom zum König von Sizilien gekrönt und ist später von seinen vielen schweren Kriegs-

fahrten nach Deutschland, nach Palästina, nach der Lombardei und den Abruzzen immer wieder gern hierher zurückgekehrt in diese Stadt, mit welcher ihn ein viel innigeres Heimatsgefühl verband als mit dem fernen Norden. Umgeben von den Schätzen des Orients, in arabische Gewänder gekleidet, ruhte er gern an diesem heiteren Strande, unter diesem blauen Himmel aus von den erbitterten Kämpfen mit aufsässigen Sarazenen, widerspenstigen Baronen und der anmafsenden Kurie, die ihn immer und immer wieder ohne Erfolg exkommunizierte. In ihm ist im höchsten Mafse die heifse Sehnsucht des Deutschen nach dem Süden verkörpert. Nur acht Jahre, von seinem 18.—26. Lebensjahre, hielt er es, durch die Verhältnisse gezwungen, in Deutschland aus. Wenn er später einmal über den Brenner steigen mufste, z. B. 1235, um einen Aufstand zu dämpfen und darauf um in Worms seine Vermählung mit Isabella von England zu feiern, kehrte er so schnell wie möglich wieder nach Italien zurück. So war es ihm auch im höchsten Mafse vergönnt, jene Sehnsucht zu stillen. Freilich, der Inhalt seines Lebens hiefs Kampf und Arbeit. Noch heute bewundert man die „Constitutiones Siculae", die Verfassung, die er Sizilien gab, worin sein genialer Geist der Weltgeschichte um 5 Jahrhunderte vorauseilte. Und wenn auch manche Neuerungen fehlschlugen, z. B. sein Versuch, in einem grofsen Palmenhain, den er vor den Toren der Stadt anlegte, Datteln zu ernten wie in Afrika, und das Kamel als Lasttier in Sizilien einzuführen, wozu sich die durchweg gebirgige Insel ebensowenig wie das stellenweise rauhe Winterklima eignete, so hat er doch Handel und Gewerbe nicht nur gehoben, sondern auch für die Krone nutzbar gemacht, ödes Land kultiviert, Musterwirtschaften eingerichtet, Bergbau, Zuckerraffinerie und Seidenfabrikation zu neuer Blüte gebracht.

Aber der grofse Kriegführer, Staatsmann und Gesetzgeber wufste auch zu geniefsen. Früh gereift unter den Aufregungen des Hoflebens und in Kunst, Wissenschaft, besonders in Sprachen reich gebildet, zog er Philosophen und Dichter aller Nationen an seinen Hof, ja er dichtete selbst — in sizilianischer Mundart. Kirchen baute er nicht, darin hatten ja die Normannen ein übriges getan. Auch Lustschlösser hatte er von diesen genug überkommen. In ihnen liefs er sich's wohl sein. Und es ist nur natürlich, dafs bei der Fülle schöner Frauen, deren sich Palermo damals ebenso wie heute rühmte, sein heifses Blut wenig gewillt war, auf „Weibes Wonne und Wert" zu verzichten. Schon die Normannenkönige hatten mit Ausnahme Wilhelms II., des

„Guten“, sich einen regelrechten Harem eingerichtet in einem besonderen Teil des Schlosses, den Eunuchen bewachten. Friedrich II. tat das Gleiche. In seinem Familienleben verfolgte ihn das Unglück. Seine Ehen waren, wie das bei Fürsten jederzeit die Regel war und immer bleiben wird, lediglich politische Akte, Thronspekulationen. Die erste ging er, kaum 14jährig, mit einer zehn Jahre älteren Witwe ein (der Aragonesin Konstanze, Königin von Ungarn). Seine Frauen starben ihm immer wieder bald, und seine Kinder bereiteten ihm grofses Herzeleid; mufste er doch seinen ältesten Sohn, der sich



Lustschlofs Zisa.

wider ihn empörte, auf festen Schlössern in Gewahrsam halten. Kann man es ihm verargen, dafs er das Glück, das er in der Ehe nicht fand, aufserhalb ihrer engen Bande suchte? Ein so genialer, freier Geist, dessen ganzes Leben sich in den unüberbrückbaren Gegensätzen: Kirche und Staat, Glauben und Wissen, Orient und Okzident bewegte, der immer wieder von ungeheuren Aufregungen der verschiedensten Art im innersten aufgewühlt wurde, bedurfte auch anderer Anreizungen, höherer Genüsse als andere Sterbliche. Wir haben kein Recht, diesen Höhenmenschen, diesen „germanischen Kalifen“ zu verdammen, wollen ihn lieber, ohne den Finger auf den Moralkodex zu legen, als einen der feinsten Lebenskünstler, der je auf einem Throne safs, ehrlich bewundern.

Mit diesem Gefühl wollen wir Deutsche vor den gewaltigen Porphyrsarkophag in der Kathedrale, der seine Leiche birgt, treten. Es ist eines unserer edelsten Nationaldenkmäler auf fremdem Boden. Neben seinen Eltern und Roger II., dem gröfsten Normannen, ruht der gröfste Hohenstaufe auf der Insel, über die er fünfzig Jahre herrschte, in der Stadt, die er so sehr liebte ....

Friedrich II. ist die letzte Lichtgestalt in der Geschichte Palermos. Nachdem das Haupt Konradins, seines Enkels, auf dem Schafott zu Neapel gefallen war, kamen für Sizilien die traurigen Zeiten der Anjous und Aragonesen.

Noch steht am Oreto die kleine Kirche Santo Spirito, wo am 31. März 1282 der Aufstand der Insel gegen die neuen Fremdherrscher, die Anjous, ausbrach. An diese „sizilianische Vesper" erinnert eine Steinsäule mit schwarzem Eisenkreuz auf der kleinen Piazza della Croce dei Vespri und bezeichnet die Stelle, wo die zweitausend in Palermo ermordeten Franzosen begraben wurden.

Der leider sehr verunstaltete Palazzo Chiaramonte an der schönen Piazza Marina von 1307 mahnt an eine andere stürmische Epoche der Stadt, deren mächtiger Adel sich immer wieder gegen seinen Lehnsherrn empörte. Andrea Chiaramonte, selbst nach der Krone Siziliens strebend, wurde von König Martin besiegt, gefangen und auf diesem Platz seinem Palast gegenüber 1392 hingerichtet.

Aus demselben Jahrhundert (1330) stammt ein anderer Adelspalast, der der Familie Scláfani, mit bemerkenswerter Ornamentik: sich kreuzenden Rundbogen über gotischen Zwillingsfenstern, ferner die schöne Fassade von S. Francesco (1302) mit vertieftem Säulenportal und grofsem Radfenster. Besser erhalten als jene beiden Paläste ist der letzte gotische Prachtbau Palermos, der leider in einer engen Strafse stehend nicht recht zur Geltung kommt: Der Palazzo Abbatelli (1495), ein stolzer Quaderbau mit manchen interessanten Einzelheiten an Tor und Fenstern.

1410 erlosch die aragonische Linie, und nach einem zweijährigen Bürgerkrieg kam Sizilien 1412 an die Krone Kastilien. Nur dem Namen nach noch Königreich, wurde es eine spanische Provinz, wie es einst eine römische, eine byzantinische Provinz gewesen war.

Einiges Gute hatte der Wechsel der Regierung doch zur Folge. Die starke Faust der spanischen Weltherrscher machte fortan jede Rebellion des hohen Adels unmöglich, und ein Teil der unermesslichen Schätze, die Spanien durch die Entdeckung und Besitznahme Amerikas zuströmten, flofs auch nach Sizilien. Aber diese Schätze

wurden hier ebensowenig wie in Spanien selbst nutzbringend verwendet, sie kamen nicht dem Volk zugute durch Hebung der Bildung, der Industrie, der öffentlichen Wohlfahrt, nein, die Spanier bauten davon ungeheure Festungen (z. B. in Milazzo) und riesige Flotten, ernährten eine Legion müfsiger Beamten, und was von der amerikanischen Beute der üppige Hof in Madrid nicht verschwendete, das wufste die Kirche auf diese oder jene Art einzuheimsen. Ganze Heere von Priestern, Mönchen und Nonnen beteten und faulenzten in wahrhaft fürstlichen Klosterpalästen ad majorem Dei gloriam. Daneben verschlangen im 16. Jahrhundert der niederländische Aufstand, die Religions- und Türkenkriege, im 17. der lange „deutsche“ d. h. der dreifsigjährige Krieg unendliche Summen.

(Schlufs folgt.)





Die Ausnützung der Brennstoffe in den heutigen Wärmekraftmaschinen.

Von Dipl.-Ing. **Karl Steurer**, k. Reallehrer in Ansbach.

Unermeſsliche Wärmemengen strahlt des Tages Königin, unsere Sonne, ihren Tausenden und Abertausenden Schwestern am nächtlichen Fixsternhimmel gleich, rings in das Weltall hinaus; nur ein verschwindend kleiner Teil dieser Wärme kommt unserer Erde, diesem Stäubchen im Äthermeere, zugute. Aber dieser winzige, etwa ein Tausendmilliontel betragende Bruchteil der von der Sonne ausgestrahlten Wärme ist für uns nicht nur die unendlich mächtige Quelle alles Erdenlebens, sondern stellt auch einen unerschöpflichen Vorrat an Energie dar.

Unsere heutige Anschauung, daſs die Wärme eine besondere Form von Energie vorstellt, ist gar nicht alt. Noch bis gegen die Mitte des 19. Jahrhunderts wurde die Wärme von den Physikern für etwas Stoffliches gehalten, als äuſserst feine Teilchen einer unwägbaren Substanz erklärt, die das Gefühl der Wärme oder Kälte in uns erregt, je nachdem sie unseren Körper trifft oder ihn verläſst. Erst der Heilbronner Arzt Robert Mayer (1814—1878) war es, der, lange verkannt von der Mitwelt, aber später als Pfadfinder auf dem Gebiete der Physik hochgeschätzt, vor etwa 60 Jahren zuerst eine zahlenmäſsige Beziehung zwischen Wärme und mechanischer Arbeit feststellte und darlegte, daſs Wärme und mechanische Arbeit nur verschiedene Formen der Energie sind, daſs also in gesetzmäſsiger Weise durch mechanische Arbeit Wärme erzeugt und umgekehrt Wärme in mechanische Arbeit verwandelt werden könne.

Hatte R. Mayer als Erster in klarer Weise ausgesprochen, daſs alle Wärmemengen durch ihnen proportionale Arbeitsbeträge gemessen werden können, so gebührt dem Engländer Joule (1818—1889) das Verdienst, die einer Kalorie oder Wärmeeinheit (WE) gleichwertige Arbeitsmenge, das „mechanische Wärmeäquivalent“, zuerst in

zuverlässiger Weise durch jahrzehntelange Versuche bestimmt zu haben. Er fand 1 WE = 424 mkg; nach neueren Versuchsergebnissen entspricht einer Wärmeeinheit ein etwas höherer Arbeitswert (bis 432 mkg). Da die Arbeit von 75 mkg, wenn sie in 1 Sekunde geleistet wird, als Pferdestärke (PS) bezeichnet wird, so entspricht einem Wärmevorrat, von dem in jeder Sekunde 1 WE disponibel ist, ein mechanischer Effekt von 5,6 PS.

Als eine der wichtigsten technischen Aufgaben des Menschen könnte es nun erscheinen, die aus dem ungeheuren Wärmevorrat der Sonne mit den Sonnenstrahlen ihm kostenlos gespendete Wärme in mechanische Arbeit umzusetzen, um sie seinen Bedürfnissen nutzbar zu machen. In der Tat hat man wiederholt versucht, die strahlende Wärme der Sonne zur Arbeitsleistung in Maschinen zu verwerten; aber solche Sonnenmotoren können für die Technik nicht in Betracht kommen, denn die Energie der Sonnenstrahlen läfst sich wie die der Meereswellen und der Windströmungen nur zeitweise und bis jetzt nur für ganz geringe Leistungen verwenden.

Ein Bestreben, mit den jetzigen Hilfsmitteln die Strahlungswärme der Sonne in gröfserem Mafsstabe technisch nutzbar zu machen, wäre erfolglos — und ist glücklicherweise auch ganz unnötig. Denn aufgespeichert im Schofs der Erde liegen Riesenmengen von Stoffen, die in früheren Jahrtausenden oder Jahrhunderttausenden der Mitwirkung der Sonnenstrahlen ihre Entstehung verdanken, Stoffe, in denen ein Teil von der in Vorzeiten gespendeten Sonnenwärme uns erhalten geblieben ist, und die uns in den Stand setzen, durch ihre Verbrennung Wärme und aus dieser Wärme mechanische Arbeit zu erzeugen.

Auf die Lösung der Aufgabe, die in den Brennstoffen aufgespeicherte Wärme mittels Kraftmaschinen in mechanische Energie umzuwandeln, ist der gröfste Teil aller Ingenieurarbeit verwendet worden, und Wärmekraftmaschinen der mannigfaltigsten Art sind seit anderthalb Jahrhunderten entstanden.

Auch für jene Kreise, welche mit der Wärmekraftmaschinentechnik nicht in unmittelbarer Fühlung stehen, dürfte eine Umschau auf dem grofsen Gebiete der Wärmemotoren, namentlich auf vergleichender Grundlage, nicht uninteressant sein, weil damit eine Seite menschlichen Denkens und Schaffens betrachtet wird, die sich in unermüdlichem Streben mit der Verwertung der Naturkräfte befafst und die für unsere Kultur von allergröfster Bedeutung geworden ist.

Zur Beantwortung der Frage, wie die Ausnutzung der Brennstoffe in den heutigen Wärmekraftmaschinen erfolgt,

möge nun in knappen Zügen geschildert werden, welche festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffe für die Wärmekraftmaschinentechnik von besonderer Wichtigkeit sind, mittels welcher Maschinen die in diesen Stoffen als chemische Energie aufgespeicherte Wärme in mechanische Energie umgewandelt wird und bis zu welchem Grade diese Auswertung der Brennstoffwärme für Kraftzwecke bisher gelungen ist.

An der Spitze aller Brennstoffe stehen die Kohlen, jene Schätze der Erde, gegen deren technische Bedeutung andere feste Brennstoffe, wie Holz und Torf, ganz in den Hintergrund treten. Die verschiedenen Arten der Kohlen sind, wie wissenschaftlich fest steht, aus Pflanzen entstanden; nicht entschieden ist aber die Frage, ob die Kohlen auf dem Vegetationsboden selbst durch Anhäufung von pflanzlichen Abfällen sich bildeten oder ob sie aus zusammengeschwemmten Pflanzenstoffen oder deren Ablagerungen herstammen.

In jedem Falle wurden in früheren geologischen Zeitabschnitten infolge mächtiger Naturereignisse gewaltige Mengen vegetabilischer Stoffe von der Luft abgeschlossen, so dafs sie nicht vermodern konnten, sondern im Laufe der Zeiten langsam verkohlen mussten. Je länger diese durch chemische Zersetzung des einstigen Pflanzenmaterials sich vollziehende Verkohlung dauerte, eine desto gröfsere Anreicherung des ursprünglich in der Pflanzenzellulose vorhanden gewesenen Kohlenstoffes hat stattgefunden; so weist die als Anthrazit bekannte älteste Kohlenart mehr Kohlenstoff als die Steinkohlen auf, und diese enthalten wieder mehr Kohlenstoff als die jüngeren Braunkohlen.

In Übereinstimmung mit dem Gesetz von der Erhaltung der Energie wird nun bei der Verbrennung der verschiedenen Kohlenarten jene Strahlungswärme der Sonne wieder frei, die einst zur Bildung des pflanzlichen Zellstoffes aus der Kohlensäure der Atmosphäre aufgewendet wurde und in Form von chemischer Energie aufgespeichert war. Um die in den verschiedenen Brennmaterialien enthaltenen Energiemengen vergleichen zu können, ermittelt man ihren Heizwert und versteht darunter diejenige Wärmemenge, die 1 kg eines festen oder flüssigen Brennstoffes oder 1 cbm eines brennbaren Gases bei vollständiger und günstigster Verbrennung liefert.

Während die flüssigen und gasförmigen Brennstoffe den grossen Vorzug besitzen, dafs sie im Inneren der Wärmekraftmaschinen selbst verbrannt werden können und so ihre Wärmeenergie direkt in mechanische Energie umzusetzen vermögen, brauchen die festen Brennstoffe einen Hilfskörper, der die erzeugte Wärmemenge

aufnimmt und innerhalb der Maschine ihre Umwandlung in mechanische Arbeit ermöglicht. Solche vermittelnde Wärmeträger waren von jeher die Luft und der Wasserdampf; nach ihnen benannt sind zwei Arten von Wärmemotoren: die Heifsluftmaschinen und die Dampfmaschinen.

Von den erstgenannten Motoren, den Heifsluftmaschinen, kann hier ganz abgesehen werden; sie sind für unsere heutige Technik belanglos, denn sie kommen nur für ganz kleine Leistungen da und dort zur Anwendung.

Dagegen haben die Dampfmaschinen für Industrie und Verkehr, ja für unsere ganze Kultur, höchsten Wert erlangt. Sie verkörperten ein Jahrhundert lang, bis vor etwa vier Dezennien, die wichtigsten Krafterzeuger; sie ermöglichten die staunenerregenden Fortschritte in den verschiedensten Zweigen der Technik; sie halfen dem Menschen aus der Tiefe der Erde deren Schätze zu fördern; sie zogen zahllose Wagenlasten über die Schienenwege; sie trugen Schiffe aller Arten ungezählte Male durch die Wogen der Ozeane.

Welche unermefsliche Energiemengen für alle diese Aufgaben haben wir den Akkumulatoren der Sonnenwärme aus längst vergangenen Zeiten, den Kohlen, zu verdanken, deren Bedeutung erst im Laufe des letzten Jahrhunderts, im „Zeitalter der Verbrennung", erkannt wurde. Einer der ersten, der sich der Wichtigkeit der fossilen Kohlen bewufst war, dürfte wohl der berühmte Ingenieur Stephenson (1781—1848) gewesen sein, der beim Anblick einer Lokomotive die für seine Zeit bewundernswerten Worte sprach: „Nichts anderes als Sonnenlicht treibt diese Maschine — Licht, welches von den Pflanzen eingesaugt wurde und notwendig war, damit diese während der Zeit ihres Wachstums den Kohlenstoff in festen Zustand überführen konnten, und welches jetzt, nachdem es jahrtausendelang im Innern der Erde in Kohlenfeldern begraben war, wieder zu Tag gebracht und befreit wird, um den grofsen Zwecken der Menschheit zu dienen!" —

Die ersten feststehenden Nachrichten über die Umwandlung der aus Kohlen erzeugten Wärme in mechanische Arbeit unter Benützung der bewegenden Kraft des Dampfes reichen zwar etwa 2000 Jahre zurück, aber 1800 Jahre lang war kein nennenswerter Fortschritt auf diesem Gebiete zu verzeichnen. Erst durch die unvergänglichen Verdienste des Schotten James Watt (1736—1819), der, auf die Arbeiten bedeutender Vorgänger und Mitarbeiter gründend, mit genialer Erfindungsgabe bahnbrechende Einrichtungen und Verbesserungen schuf, erhielt in der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts die

Dampfmaschine jene Leistungsfähigkeit, die ihren Siegeszug durch die zivilisierten Länder begründete. Watt erkannte als Grundbedingung für einen sparsamen Dampfverbrauch, also für eine möglichst vorteilhafte Ausnützung des Brennstoffes, dafs der Dampfzylinder so heifs bleiben müsse wie der eintretende Arbeitsdampf und deshalb weder mit dem Kondensationswasser, noch mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommen dürfe. Diese Erwägungen führten ihn zur Erfindung des besonderen Kondensators, zur Anordnung eines den Dampfzylinder umhüllenden Dampfmantels und zur Anwendung von Dampfspannung an Stelle des Luftdruckes als abwärtstreibende Kraft für den Kolben. Durch die letztgenannte Verbesserung war eigentlich erst die Dampfmaschine geschaffen, bei der nur Dampf die treibende Kraft ausübte. Watt führte später, um die Leistungsfähigkeit dieser einfach wirkenden Maschine zu steigern, die doppeltwirkende Dampfmaschine ein, bei der der Dampf auf jeder der beiden Kolbenseiten abwechselnd dieselbe Arbeitsleistung erzielt; er wandte auch zuerst die Expansionsfähigkeit des Dampfes an, womit wieder eine Ersparnis an Dampf und Kohlen verbunden ist.

Und wie ist seit Watts Erfindungen die Konstruktion der Dampfmaschine verbessert und verfeinert und in kaum mehr zu steigernder Genauigkeit der Ausführung ausgebildet worden! Wir erzielen in den heutigen grofsen Dampfmaschinen aus der gleichen Menge Kohlen eine etwa sechsmal so grofse Arbeitsleistung als eins Watt in seinen epochemachenden Maschinen. Diese Steigerung der Wirtschaftlichkeit in der Kohlenausnützung ist vor allem den hohen Dampfspannungen von 15 und noch mehr Atmosphären zu verdanken, wie sie durch die Fortschritte in der Eisengewinnung und im Dampfkesselbau ermöglicht wurden; sodann wurde die Expansion des arbeitenden Dampfes in einem Grade erweitert, wie es Watt nicht ahnen konnte; ferner ergaben sich durch die Verteilung der Expansion auf mehrere Zylinder, durch die Verbesserung der Steuerungen usw. endlich in neuerer Zeit durch die Überhitzung des Frischdampfes und die weitere Ausnützung des Abdampfes bedeutende Fortschritte.

Wie ganz anders aber erscheint die Wirtschaftlichkeit der Brennstoffverwertung, wenn wir diesen Erfolgen im Dampfmaschinenbau, diesen Ergebnissen rastloser Geistestätigkeit, die Tatsache gegenüberstellen, dafs durch unsere besten und gröfsten Dampfmaschinen von dem in der Kohle enthaltenen Wärmevorrat noch nicht der 6. Teil in mechanische Energie umgewandelt werden kann. Unsere vollkommensten Grofsdampfmaschinen liefern nur

16 Prozent des Heizwertes der Kohlen als Nutzleistung, die übrigen 84 Prozent der im Brennstoff aufgespeicherten Wärme gehen vollständig verloren. Von diesem höchsten wirtschaftlichen Wirkungsgrad 0,16 entfernen sich aber die Dampfmaschinen im allgemeinen um so mehr, je geringer die Anzahl der zu leistenden Pferdestärken wird. Geradezu betrübend gestalten sich die Verhältnisse bei kleinen Dampfmaschinen, die noch nicht einmal 2 Hundertstel der in den Kohlen enthaltenen Wärmemenge wirklich in Arbeit umsetzen, während 98 Hundertstel für die Wirkung in der Dampfmaschine nutzlos verschwinden.

Fragen wir nach den Gründen für diese aufserordentliche Verschwendung der Kohlen in unseren Dampfmaschinenanlagen, so sind folgende Grundübel anzuführen. Bei der Verbrennung der Kohlen auf den Rosten der Dampfkessel wird ihr theoretischer Heizwert infolge unvollkommener Verbrennung nicht vollständig ausgenützt, einen Teil der erzeugten Wärme strahlt jeder Kessel aus, und besonders die durch den Schornstein abströmenden Verbrennungsprodukte, die des guten Zuges halber eine Temperatur von mindestens 180° C. haben müssen, nehmen viel Wärme mit fort. Durch diese Umstände verursacht die Dampferzeugung in den Kesseln einen Verlust von etwa 25 Prozent der Brennstoffwärme. Der mit den übrigen 75 Prozent der Wärme in den Dampfzylinder eintretende und dort arbeitende Dampf verliert durch Niederschlagung an den weniger heifsen Wandungen etwas Wärme und erfährt nun den weitaus gröfsten Wärmeverlust, wenn er als Abdampf die Maschine verläfst. Von den genannten 75 Prozent Wärme, welche, im Frischdampf aufgespeichert, in die Dampfmaschine gelangen, ziehen etwa $^4/_5$, also 60 Prozent, mit dem Abdampf ungenützt aus der Dampfmaschine ab und nur etwa 15 Prozent der im Brennstoff enthalten gewesenen Wärme werden in mechanische Arbeit umgewandelt.

Keine andere Wärmekraftmaschine geht mit der Ausnützung des Brennstoffes so verschwenderisch um wie die Dampfmaschine, an deren wissenschaftlicher Untersuchung und praktischer Vervollkommnung über ein Jahrhundert lang zahlreiche begabte Männer gearbeitet haben. Mit der Begründung und Entwicklung der modernen wissenschaftlichen Wärmelehre hat man aber auch erkannt, dafs die Benutzung des Dampfes als Wärmeträger stets an sich die Hauptursache der geschilderten Brennstoffvergeudung bildet. Diese Einsicht hat sogar Ende der fünfziger Jahre den Altmeister

des wissenschaftlichen Maschinenbaues, Redtenbacher (1809–1863), zu den Worten veranlafst: „Das Grundprinzip der Dampfbildung und Dampfbenutzung ist falsch; in hoffentlich nicht zu langer Zeit werden die Dampfmaschinen verschwinden, wenn man nur über das Wesen und die Wirkungen der Wärme ins klare gekommen ist".

* * *

Und doch baut man heute noch Dampfmaschinen! Warum verläfst man diese verschwenderischen Kraftmaschinen nicht, um allein jene anderen Motoren zu verwenden, die die Wärme ihrer Brennstoffe weniger vergeuden?

Vor allem ist hier die wirtschaftliche Seite des Dampfmaschinenbetriebes ins Auge zu fassen. Die mineralischen Kohlen sind den Brennstoffen der anderen Wärmekraftmaschinen gegenüber noch immer so billig, dafs trotz ihrer in wärmetheoretischer Hinsicht schlechten Ausnützung die erzeugte Wärme nicht viel mehr kostet als die gleiche Wärmemenge, die man aus anderen Brennstoffen erhält. Vom betriebstechnischen Standpunkt aus zeichnet sich vor den anderen Wärmemotoren die Dampfmaschine dadurch aus, dafs ihr eine grofse Anpassungsfähigkeit an wechselnde Anforderungen eigen ist. Ferner gebührt ihr der Vorzug, wenn minderwertige Brennstoffe, Abfälle in Holzindustrien u. dergl., verfeuert werden sollen oder wenn Dampf auch für industrielle Zwecke, Heizung usw. gebraucht wird.

Um aber ihre wichtige Stellung neben den neueren Wärmekraftmaschinen behaupten zu können, mufsten in den letzten Jahrzehnten die Dampfmaschinen wesentliche Verbesserungen und Umgestaltungen erfahren, denen verschiedene ältere Gedanken und Vorschläge zugrunde liegen, die aber erst durch die hochentwickelte Technik der Gegenwart verwirklicht werden konnten. Solche Fortschritte, durch welche eine erhöhte Ausnützung der Brennstoffwärme erzielt wird, bestehen in der Überhitzung des Dampfes bei den Heifsdampfmaschinen und in der Verwendung der Abdampfwärme bei den Kaltdampf- oder Abwärmedampfmaschinen.

Die Überhitzung des Dampfes wurde schon vor 100 Jahren angeregt. Wenn man nämlich den aus den Dampfkesseln kommenden Dampf, der also mit dem siedenden Wasser nicht mehr in Berührung steht, noch höher erhitzt, so erlangt er die überaus wertvolle Eigenschaft, dafs er sich innerhalb der Dampfmaschine abkühlen kann, ohne sich sofort teilweise als Wasser niederzuschlagen. Solchen

Dampf von höherer Temperatur, als sie im Kessel herrscht, nennt man überhitzten Dampf, im Gegensatz zum gesättigten Dampf oder Sattdampf, der bei der geringsten Abkühlung schon zu kondensieren anfängt, ganz abgesehen vom nassen Dampf, der schon von vornherein Wasserteilchen enthält.

Vor 50 Jahren beschäftigte sich der bedeutende Wärmetheoretiker und Ingenieur Hirn (1815—1890) mit Untersuchungen über Dampfüberhitzung, und er sah voraus, dafs mit ihr sehr nennenswerte Ersparnisse im Dampf- und Kohlenverbrauch sich erzielen lassen müfsten. Die glänzende Verwirklichung seiner Gedanken in den heutigen Heifsdampfmaschinen, an der seit den achtziger Jahren Ingenieur Schmidt in Wilhelmshöhe hervorragenden Anteil hat, war erst möglich, nachdem man für die Schmierung Mineralöle zur Verfügung hatte, die eine Temperatur bis 450° ohne Entzündung oder Zersetzung aushalten konnten, und nachdem man in der Anordnung der Überhitzungsapparate Erfahrungen gesammelt hatte. Durch Anwendung von überhitztem Dampf statt des gesättigten Dampfes hat man bis zu 40 % an Kohlen erspart. Schon bei Leistung von wenigen hundert Pferdestärken ergeben die Heifsdampfmaschinen mit einfachen Mitteln einen so günstigen Verbrauch an Dampf und Kohlen, wie er ohne Überhitzung nur bei mehrtausendpferdigen Dampfmaschinen erwartet werden kann.

Ganz verschieden vom Prinzip der Heifsdampfmaschinen ist der Grundgedanke, den man in den letzten Jahren hinsichtlich der Ausnützung der Abdampfwärme unter sehr günstigen Ergebnissen verwirklicht hat. Schon von den Vorläufern und Begründern der mechanischen Wärmetheorie wurde als eines der wichtigsten Gesetze erkannt, dafs die Wärmeausnutzung um so günstiger wird, je höher die Temperatur ist, bei der einer verdampfenden Flüssigkeit Wärme zugeführt wird, und je tiefer die Temperatur ist, bei welcher der Dampf seine Wärme abgeben kann.

Die Lösung der Aufgabe, dem Abdampf bei möglichst tiefer Temperatur Wärme zu entziehen, um sie zur Erzeugung mechanischer Arbeit dienstbar zu machen, ist ausführbar, wenn man aufser dem Wasserdampf noch den Dampf einer leichter flüchtigen Flüssigkeit als Wärmeträger verwendet, wozu Äther, Ammoniak, schweflige Säure am geeignetsten erscheinen. Die Dämpfe dieser Stoffe bilden sich mit beträchtlichen Spannungen bei weit niedrigeren Temperaturen als Wasserdampf. Läfst man nun den Abdampf einer gewöhnlichen Dampfmaschine um einen Behälter strömen, der eine leicht

verdampfende Flüssigkeit enthält, so gibt der Wasserdampf einen Teil seiner Abwärme an den Behälter ab, heizt diesen also und erzeugt dadurch innerhalb des Behälters aus der leicht siedenden Flüssigkeit höher gespannten Dampf. Dieser Kaltdampf, so genannt wegen seiner geringeren Temperatur, kann nun seinerseits wieder in einem besonderen Dampfzylinder Arbeit leisten.

Zwar schon um das Jahr 1850 von dem Franzosen Du Trembley ausgesprochen, hat die Idee der Kaltdampf- oder Abwärmedampfmaschine doch erst in neuester Zeit ansehnliche Erfolge gezeitigt. Vor 5 Jahren entwarf und baute Professor Josse in Berlin nach den Vorschlägen von Behrend und Zimmermann eine Abwärmekraftmaschine, bei der Schwefligsäure zur Anwendung kam. Durch Anhängung eines Schwefligsäurezylinders an eine zweizylindrige Wasserdampfmaschine konnte Josse deren Leistung um die Hälfte vergröfsern; selbst bei einer Dreifachexpansionsmaschine lieferte ein zugefügter Kaltdampfzylinder noch ein Drittel der ursprünglichen Leistung mehr. Doch nicht nur der aus den Dampfmaschinen strömende Abdampf kann in dieser Weise nutzbringend verwertet werden, sondern irgend welche gröfsere, fortdauernd entstehende Dampfmengen; so betreiben in einer rheinländischen Zuckerfabrik die aus den Kochern stammenden Dämpfe, deren Wärme früher nutzlos verloren ging, jetzt eine 120 pferdige Kaltdampfmaschine.

Günstiger noch als schweflige Säure und Ammoniak ist nach den Untersuchungen des Greifswalder Physikers Schreber das aus Spiritus und Ammoniak herstellbare Äthylamin. Schreber geht aber noch einen Schritt weiter und empfiehlt mehrstoffige Dampfmaschinen, bei denen nicht nur Wasser und für niedrigere Temperaturen Äthylamin in Frage kommt, sondern als dritter Stoff Anilin, das schwerer verdampft als Wasser und deshalb bei gleichem Druck (10 bis 12 atm) viel höhere Temperaturen annehmen kann. Die bei etwa 310° gebildeten Anilindämpfe würden nach ihrer Arbeitsleistung in einem Zylinder noch eine Temperatur von 190° besitzen. Dieser Wärmegrad reicht hin, um mittels der Anilindämpfe entsprechende Mengen Wasser zu verdampfen; die Wasserdämpfe verlassen ihren Zylinder als Abdampf von etwa 80°. Diese Temperatur genügt aber, um Äthylamin zu verdampfen, dessen Dämpfe so viel von ihrer Wärme in Nutzarbeit umsetzen, dafs sie sich bis auf 20° abkühlen. Nach theoretischen Rechnungen könnten bei einer solchen Dreistoffdampfmaschine, in welcher Schreber den einzigen rationellen Wärmemotor für den Grofsbetrieb erblickt, etwa 40% jener Kohlenmenge erspart

werden, die für eine reine Wasserdampfmaschine von gleicher Leistung aufzuwenden sind.

Ob nun die Umwandlung der Brennstoffwärme in mechanische Energie in kleinen einzylindrigen Dampfmaschinen oder in gewaltigen Vierfach-Expansionsmaschinen geschieht, ob gesättigte oder hoch überhitzte Wasserdämpfe oder die Dämpfe leicht oder schwer flüchtiger Flüssigkeiten als Träger der Wärme dienen, — fast immer sind es geradlinig hin- und hergehende Dampfkolben, die die Kraftausnützung vermitteln. Für die meisten Zwecke benötigt man aber nicht hin- und hergehende, sondern rotierende Bewegungen, die man bei den Kolbendampfmaschinen nur mittels der kraftverzehrenden Kurbelgetriebe unter unerwünschten Nebenwirkungen erhält.

Ungezählte Gedanken wurden daher an die Erfindung rotierender Dampfmaschinen verschwendet, bei denen die bewegende Kraft des Dampfes direkt zur Erzeugung einer Drehbewegung dienen sollte. Doch keiner der zahlreichen als Rotationsdampfmaschinen konstruierten Motoren hat bis jetzt sich einbürgern können.

Von grofser Bedeutung unter den modernen Wärmekraftmaschinen sind aber die Dampfturbinen geworden, die mit den Rotationsdampfmaschinen die rotierende Bewegnng der unmittelbar vom Dampf getriebenen Maschinenteile gemeinsam haben. Die charakteristischen Bestandteile der Dampfturbinen sind scheibenförmige Räder mit vielen kleinen Schaufeln am Umfang, durch welche gekrümmte Zwischenräume, die Schaufelkanäle, gebildet werden. Diese Schaufelkanäle werden vom Dampf durchströmt, wobei dieser die ihm innewohnende Energie an die Schaufeln abgibt und dadurch die Turbinenräder samt ihren Wellen in rasche Drehbewegungen versetzt.

Die erste praktisch brauchbare Dampfturbine hat im Jahre 1883 de Laval in Stockholm mit hervorragendem Geschick konstruiert. Die Laval-Turbine besitzt ein einziges Schaufelrad auf einer dünnen und daher etwas nachgiebigen Welle; zur Dampfzuleitung dienen Düsen von konischer, nach aufsen sich erweiternder Form. Wenn der Dampf diese Düsen durchströmt, so wird sein ganzes Arbeitsvermögen, das vorher als Spannungsenergie in ihm aufgespeichert war, in Bewegungsenergie verwandelt; beträgt z. B. der Dampfdruck vor der Düse 6,5 atm, so erhält der Dampf, wenn er innerhalb der konischen Düsenerweiterung bis auf 1 atm expandiert, eine Endgeschwindigkeit von etwa 800 m in der Sekunde. Mit dieser enormen Geschwindigkeit durchströmt der Dampf die Schaufelkanäle und mufs dabei infolge der Schaufelkrümmungen seine Bewegungsrichtung

ändern; infolge seines Beharrungsvermögens drückt er auf die ihn ablenkenden Schaufeln so stark, dass das Turbinenrad eine ausserordentlich hohe Drehgeschwindigkeit annimmt. Die kleinsten, etwa 3 PS leistenden Laval-Turbinen machen in der Minute 30000 Umdrehungen; selbst die gröfsten, 300pferdigen Laval-Turbinen führen minutlich noch 9000 Umdrehungen aus, wobei die Umfangsgeschwindigkeit der Turbinenräder etwa 360 m in der Sekunde beträgt. In diesen hohen Umdrehungszahlen, die zur Erzielung brauchbarer Geschwindigkeiten erst mittels kostspieliger Zahnradgetriebe verlangsamt werden müssen, liegt der Hauptnachteil der Laval-Turbinen.

Dem Engländer Parsons kommt nun das Verdienst zu, im Jahre 1884 zuerst Dampfturbinen mit kleineren Umdrehungszahlen eingeführt zu haben, allerdings unter Verzicht auf die Einfachheit der Laval-Turbinen. In ihrer jetzigen Ausführung bestehen die Parsons-Turbinen aus einer gröfseren Anzahl von Laufrädern mit dazwischenliegenden, festen Leitschaufelkränzen. Der Dampf durchströmt abwechselnd die Schaufelräume eines festliegenden Leitrades und eines drehbaren Laufrades und gibt dabei seine Energie allmählich, d. h. unter stufenweiser Verminderung des Druckes und der Geschwindigkeit des Dampfes, an die sämtlichen auf einer gemeinsamen Welle sitzenden Laufräder ab. Erstaunlich ist das rasche Anwachsen der Leistungen dieser Dampfturbinen. Während die Parsons-Turbine vor zwanzig Jahren zum ersten Male als 10pferdige Kraftmaschine an die Öffentlichkeit trat, wurde sie in Ausführungen der letzten Jahre wiederholt mit Leistungen von 3000 bis 5000 Pferdestärken in Betrieb genommen, und eine Reihe von etwa 10000pferdigen Parsons-Turbinen sind im Bau bezw. in Vorbereitung.

Den bahnbrechenden Konstruktionen von Laval und Parsons sind in neuester Zeit verschiedene andere Dampfturbinensysteme erfolgreich zur Seite getreten, so die Dampfturbinen von Curtis, Rateau, Riedler-Stumpf, Zoelly u. a.

Was die Brennstoffausnützung der Dampfturbinen anbelangt, so ist bisher durch eingehende Untersuchungen festgestellt worden, dafs die Dampfturbine die mit mäfsiger Überhitzung arbeitende Zweifach-Expansionsmaschine schon überholt hat; die bei den grofsen Dreifach-Expansionsmaschinen erzielte beste Kohlenauswertung erreichen die Dampfturbinen zur Zeit noch nicht, aber wahrscheinlich ist, dafs sie auch hier bald siegen werden.

Die Vorzüge der Dampfturbinen im Vergleich zu den Kolbendampfmaschinen sind sehr beachtenswert. Die Dampf-

turbinen besitzen keine hin- und hergehenden Teile und laufen daher auch ohne schwere Schwungräder ruhig und gleichförmig, sie bedürfen deshalb auch keiner massigen Fundamente; sie beanspruchen weniger Raum, haben geringeres Gewicht und kommen in Anschaffung und Unterbringung billiger als Kolbendampfmaschinen. Zur Gegenüberstellung der Gröfsenverhältnisse sei angeführt, dafs eine in diesem Jahre von der Maschinenbau-Gesellschaft Nürnberg gebaute liegende Dreifach-Expansionsmaschine, welche normal 5000 Pferdestärken leistet, eine Gesamtlänge von 20 m und 11 m gröfste Breite besitzt; eine 10000pferdige Dampfturbine ist nur 7 m lang bei weniger als 3 m Breite.

Solche Riesenleistungen auf kleinem Raume vermag der Dampf auszulösen als Träger der Energie, die in den Kohlen schlummerte.

(Schlufs folgt.)





20. Versammlung der Astronomischen Gesellschaft in Lund.

Von Dr. F. Ristenpart in Berlin.

Die alte Bischofsstadt Lund, in der einst der Primas von ganz Schweden residierte, sah vom 5.—8. September dieses Jahres 58 Mitglieder der „Astronomischen Gesellschaft", etwa $^1/_6$ der Gesamtzahl, in ihren Mauern versammelt. Fast zu eng waren diese, um die grofse Zahl der Teilnehmer an dem Kongresse, die z. T. mit Damen erschienen waren, aufzunehmen. Wer nicht im Grand Hotel Unterkunft fand, mufste mit Bürgerquartier in den altertümlichen, meist einstöckigen Häusern vorlieb nehmen. Aber von dieser kleinen Unbequemlichkeit abgesehen, hatte die bewährte Gastlichkeit der Schweden viel getan, um den Besuchern den Aufenthalt angenehm zu machen, zudem spannte sich ein ewig blauer Himmel über allen Veranstaltungen, dafs die Tage in Lund für immer eines der schönsten Blätter der Geschichte der Astronomischen Gesellschaft bilden werden.

Der Pflege der Freundschaft und der Arbeit sind solche Astronomen-Zusammenkünfte geweiht, so betonte der Vorsitzende zu Anfang der Tagung. Nachdem die Vertreter des Königs von Schweden und Norwegen, der Universität und der Stadt uns in der Aula begrüfst hatten, konnte er am Schlusse den harmonischen, freundschaftlichen Verlauf der Verhandlungen aufs neue hervorheben, in denen Meinungsverschiedenheiten, die ja berechtigt und notwendig sind, stets ihren Ausgleich fanden. In der Tat liegt in der persönlichen Aussprache über sich berührende Arbeitsgebiete der Hauptwert solcher Kongresse. Daneben wurde aber auch ein tüchtiges Stück Arbeit geleistet, indem nicht weniger als 22 von den 58 Teilnehmern kürzere oder längere Vorträge hielten, und aufserdem wurden noch geschäftliche und wissenschaftliche Angelegenheiten der Gesellschaft zum Gegenstand eingehender Erörterungen gemacht.

Fangen wir, wie billig, hiermit an: so ist der Vorstand, der aus Seeliger-München als Vorsitzendem, Weifs-Wien als stellvertretendem Vorsitzenden, Bruns-Leipzig als Rendanten, Lehmann-Filhés-Berlin und Müller Potsdam als Schriftführern und Dunér-Upsala, Nyrén-Pulkovo, Oudemans-Utrecht als Beisitzern bestand, bis auf letzteren unverändert für 2 Jahre bestätigt worden. Nur der Senior der ständigen Kongrefsbesucher, der 77jährige Oudemans, dessen Fehlen allgemein bedauert wurde, schied auf seinen Wunsch wegen hohen Alters aus und wurde durch Charlier-Lund ersetzt. Die nächste Versammlung wird 1906 in Jena tagen. Von dem grofsen Zonenunternehmen der Gesellschaft, das die Niederlegung der Örter aller Sterne bis zur Gröfse 9.0^m vom 80. Grade nördlicher bis zum 2. Grade südlicher Deklination in Sternkatalogen für 1875 und derjenigen zwischen 2^0 und 23^0 südlicher Deklination in Katalogen für 1900 bezweckt, sind alle Zonen der nördlichen Abteilung bis auf die in Dorpat zwischen + 70^0 und + 75^0 Deklination beobachtete erschienen. Von der südlichen Abteilung liegt erst die Zone Wien-Ottakring (— 6^0 bis — 10^0) vor, die andern sind in gutem Fortschritt bis auf die allersüdlichste, Algier (— 18^0 bis — 23^0). Wegen dieser und wegen Dorpat werden Befürchtungen und Wünsche aus der Mitte der Versammlung laut. Das vor zwei Jahren begonnene Unternehmen der Gesellschaft, die Herstellung eines Kataloges der veränderlichen Sterne, ist soweit gefördert, dafs Müller-Potsdam bereits Probedrucke der beabsichtigten Publikation vorlegen konnte. Dieselben fanden den Beifall der Versammlung. Der von Prof. Schwarzschild geäufserte Wunsch, auch die Lichtkurven der einzelnen Sterne mit zu publizieren, wurde zur Erwägung vorgemerkt, falls nicht die grofsen Kosten seine Erfüllung unmöglich machen sollten. Eine Schwierigkeit wird bald in der Nomenklatur entstehen; die Variabeln sind mit dem grofsen Buchstaben des lateinischen Alphabets von R anfangend und dem Genetiv ihres Sternbildes bezeichnet worden; da man meist schon bis zum Z vorgedrungen war, wurden dann zwei Buchstaben mit RR beginnend gewählt, dabei aber Kombinationen, bei denen der zweite Buchstabe dem ersten im Alphabet vorangeht, verpönt. Bei dem grofsen Sternbild Cygnus war man aber Ende 1903 bereits bis zu VX gelangt, und es bleiben somit nur noch für 12 neue variable Cygnussterne Bezeichnungen mit 2 Buchstaben verfügbar. Trotz mancher Bedenken hat die Kommission sich entschlossen, alsdann zu 3 Buchstaben überzugehen, also mit RRR Cygni zu beginnen, dann aber alle Kombinationen ohne Rücksicht auf die alphabetische Folge zuzulassen.

Der Jahresbericht über die astronomische Literatur, den Wislicenus-Strafsburg so pünktlich fertigstellt, dafs er stets Anfang Mai schon mit knappen, treffenden Referaten für das Vorjahr im Buchhandel ist, fand ebenfalls allseitige Anerkennung und den lebhaften Dank der Versammlung.

Den Bericht über die Kometen erstattete an der Hand einer von Kreutz-Kiel gemachten Zusammenstellung Weifs-Wien. Für die zwischen 1750 und 1850 erschienenen Kometen ist die definitive Rechnung eine regere als früher dank des Lindemann-Preises, der jede Berechnung mit M. 100 prämiiert, wobei eine Erhöhung bei schwierigeren Objekten vorgesehen ist. 5 Preisträger konnten diesmal genannt werden für die Bearbeitung der nebenstehenden Kometen:

B. Cohn-Strafsburg	1742 I
Hnatek-Wien	1826 I
Krug-Mährisch-Ostrau	1826 IV
Peck-Syracus	1845 III
Strömgren-Kiel	1827 I

Aufserdem hat der Preisstifter Lindemann-Darmstadt einige Exemplare der Neu-Ausgabe der Bonner Durchmusterung für solche Astronomen dem Vorstande zugestellt, deren Arbeiten eine anerkennende Aufmunterung verdienen. Die Herren v. Flotow-Leipzig, Graff-Hamburg, Luizet-Lyon, Fr. Schwab-Ilmenau und Strömgren-Kiel wurden durch Überraschung eines Exemplars ausgezeichnet; die 4 Erstgenannten sind nicht Mitglieder der A. G.

Von den periodischen Kometen, deren Wiederkehr bevorsteht und die alle eingehend von Weifs erörtert wurden, ist der berühmte Halleysche von besonderem Interesse; er ist der einzige unter den periodischen, dessen Erscheinung auch dem unbewaffneten Auge eine auffällige ist. 1835 war das Jahr seiner letzten Sichtbarkeit, und da der Komet $76^1/_2$ Jahre Umlaufzeit besitzt, so würde er 1912 wieder zu erwarten sein. Es ist nun zwar für die Wiederauffindung in diesem Jahre nicht notwendig, eine Vorausberechnung zu unternehmen, aber der Versuch mufs gemacht werden, den Kometen womöglich schon eine oder gar zwei Oppositionen vorher aufzufinden, damit ein möglichst langer Bogen seiner Bahn der Beobachtung unterliegt. Für diese Aufgabe, den Kometen schon zu finden, wenn er eben erst im schärfsten Fernrohr als schwacher Nebel erkennbar ist, ist indessen eine sehr genaue Berechnung des Ortes erforderlich, und diese kann nur geleistet werden, wenn, ausgehend von den Elementen der Erscheinung 1835/1836, die Störungen, welche die Planeten durch

76 Jahre auf den Kometen ausgeübt haben, sorgfältig berechnet werden. Um zu dieser gewaltigen Arbeit zu ermutigen, setzt abermals Herr Lindemann einen Preis von M. 1000 aus, dessen Vergebung dem Vorstande obliegt. Als Endtermin für die Einlieferung der Arbeiten ist der 1. Januar 1910 vorgesehen. Dem edelmütigen Mäcen wird der Dank der Versammlung ausgesprochen.

Unter den Vorträgen aus der Mitte der Versammlung mögen nur die wichtigsten hervorgehoben werden:

Albrecht-Potsdam berichtet über jenes neue Glied von genau jährlicher Periode, welches, von der geographischen Länge unabhängig, in den Resultaten aller 6 internationalen Polhöhenstationen zutage getreten ist. Es wird einstweilen, da sein Ursprung noch unbekannt ist, nach seinem japanischen Entdecker Kimuras Phänomen genannt. Zur weiteren Klärung der Frage wären aufser den Stationen auf der Nordhalbkugel einmal solche in sehr verschiedener Breite erwünscht; und auch hier ist die Sternwarte Pulkowa in 60° nördlicher Breite bereit, analoge Beobachtungen mit den in 39° 8' liegenden internationalen Stationen anzustellen. Besonders erwünscht sind aber Stationen auf der Südhalbkugel. Wenn es sich nämlich um Schwerpunktsverschiebungen der Erde in der Richtung der Erdachse handelt, welches fast die einzige bis jetzt stichhaltige Erklärung des Phänomens ist, so würden deren Wirkungen auf beiden Halbkugeln die Polhöhe in entgegengesetztem Sinne ändern. Von der internationalen Erdmessung sind zwei Stationen geplant, die genau unter dem gleichen Parallel liegen sollen, die eine südlich von Cordoba (Argentinien), — 31° 25', die andere etwas nördlich von New-Castle bei Perth (Westaustralien), — 31° 34'. Die Länge der ersteren ist 64° 12' westlich, die der anderen 116° 28' östlich von Greenwich, der Längenunterschied ist somit fast genau 180°, so dafs die von der Länge abhängigen Glieder der Polbewegung an beiden Stationen stets das entgegengesetzte Zeichen, aber genau gleiche Gröfse haben, im Mittel aus beiden Stationsresultaten also herausfallen und nur das gesuchte Kimura-Glied übrig lassen. Die Kosten hierfür würden sich belaufen auf rund M. 60 000 und sind einstweilen nicht zu beschaffen.

Eine zweite Mitteilung desselben Redners bezog sich auf beabsichtigte Versuche, künftig Längenbestimmungen mit drahtloser Telegraphie vorzunehmen. Es handelt sich dabei um die Vorfrage, ob die Cohärer als Präzisionsinstrumente anzusehen sind, d. h. ob dieselben auf Erregungen mit einer Verzögerung antworten, die ihrerseits für den einzelnen Apparat als konstant betrachtet werden darf

innerhalb sehr kleiner zufälliger Fehler von wenigen 1000stel Sekunden. Von Köpenick nach dem Dache des geodätischen Instituts in Potsdam sollen in nächster Zeit auf Veranlassung der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie Signale gegeben werden, um verschiedene Cohärer — 10 pro Abend — auf die Zeit, in welcher sie ansprechen, zu prüfen.[1]) Wolf-Heidelberg bemerkt hierzu, dafs die Gewitter, die an vielen Funkenstationen in weitem Umkreise automatisch gleichzeitig sich registrierten, ein ausgezeichnetes und kostenloses Mittel zu Längenbestimmungen abgeben werden, um auf einmal eine Menge Stationen miteinander zu verbinden. Er habe auf dem Königsstuhl Gewitter bis nach Venetien registrieren können. Schorr-Hamburg teilt mit, dafs dort Versuche im Gange seien, Schiffen auf hoher See Zeitsignale drahtlos zu übermitteln.

Palisa-Wien entwickelt den allseitig anerkannten Gedanken, dafs die Bonner Durchmusterungskarten zu klein im Mafsstab und zu arm an Sternen für die Beobachtung der jetzt entdeckten schwachen kleinen Planeten seien, während die Pariser photographischen Karten im Mafsstabe viel zu grofs und leider in R. A. nicht nach Stunden und Minuten orientiert seien, so dafs sie ebenfalls für diesen Zweck versagten; deshalb will er in Verbindung mit Prof. Wolf unter Benutzung von dessen Aufnahmen, Karten mit Gradnetz herstellen, welche Sterne bis 15. Gröfse enthalten. Dieselben sollen zunächst bis zu 5^0 zu beiden Seiten der Ekliptik gehen. Das Projekt wird in wärmster Weise von der Versammlung begrüfst und seine allmähliche Ausdehnung auf gröfsere Entfernungen von der Ekliptik erhofft.

Wolf zeigte am Nachmittag des zweiten Tages im Hörsaal des physiologischen Instituts Projektionen seiner Königsstuhlaufnahmen vor, welche durch die Schärfe der Pointierung wundervoll plastisch wirkten. Es waren darunter vor allem Dauer-Aufnahmen der Milchstrafse und solcher grofsen Nebel, welche das bereits in dieser Zeitschrift[2]) auch bildlich erläuterte Gesetz offenbaren, dafs sie einseitig an einen sternleeren Raum, eine Sternwüste, sich anlehnen. Wolf sprach die Vermutung aus, dafs der Nebel in Bewegung begriffen sei, dabei gewissermafsen die Sterne in sich auflöse und somit hinter sich nichts zurücklasse. Nur wenige Sterne, die für unsere Blickrichtung hinter oder vor der Gegend stehen, durch die der Nebel gezogen sei, projizieren sich in die Sternleere. Diese Erklä-

[1]) Die Versuche sind inzwischen vorgenommen und über Erwarten gut gelungen.

[2]) Jahrgang XV. August p. 514.

rung fand den schärfsten Widerspruch von Seeliger-München. Da der Nebel nur eine geringe Tiefenausdehnung haben könne, im Vergleich zu der ganzen Länge des Visionsradius, der bis an die Grenzen des Sternenheeres gehe, so würden die in dieser Lücke vom Nebel verschlungenen Sterne an Zahl verschwindend sein gegenüber den in gleicher Richtung näher und ferner stehenden, also könne dadurch eine eigentliche „Sternleere“ nicht entstehen. Seeliger hält vielmehr das Vorgebrachte für einen neuen Beweis der Existenz grofser dunkler, kosmischer Staub- und Gasmassen. Kommen einzelne Partien derselben ins Leuchten, so entsteht ein Nebelfleck, während die noch dazu gehörigen dunkeln Massen nun die hinter ihnen stehenden Sterne für uns abblenden; und da nur die kleinere Zahl der vor ihnen stehenden sich auf die dunkle Staubwolke projiziert, so entsteht eine „Sternleere“.

Das Spektroskop kann über die gasige oder feste resp. flüssige Natur der den Nebel bildenden leuchtenden Materie gar nichts aussagen, „denn“, um dem Einwurf eines Mitgliedes zu begegnen, sagte Seeliger, „was wissen wir über das spektroskopische Verhalten von Gasen im Zustande solch unendlicher Verdünnung und bei der eisigen Temperatur des Weltraums, wie sie am Rande, oder unter immensen Druck- und Temperaturverhältnissen, wie sie im Zentrum eines solchen Nebelballes herrschen müssen“? Und bestätigend bemerkte Hartmann-Potsdam, dafs er vor wenigen Tagen das Spektrum des Emaniums, eines weifsen Pulvers, untersucht habe, das nur 3 helle Linien aufweise, eine unweit F (doch von F verschieden), eine im Grün, eine im Gelb; hier sei also zum ersten Male ein Linienspektrum bei dem Lichte eines in niederer Temperatur leuchtenden festen Körpers beobachtet, wodurch möglicherweise eine Umgestaltung unserer seitherigen spektroskopischen Ansichten veranlafst werden könne.

Sehr interessant war auch ein Vortrag von v. Hepperger-Wien über die Bahnverhältnisse der einzelnen Teile des Biela'schen Kometen. Man kommt nur dann zu einer befriedigenden Darstellung, wenn man das 1852 in der Bahn vorangehende Stück mit dem 1845 folgenden identifiziert und umgekehrt. Die früheren Erscheinungen des Biela'schen Kometen bis 1805 zurück kann man aber nur dann mit den späteren verknüpfen, wenn man zwischen den einzelnen Erscheinungen Beschleunigungen in der mittleren Bewegung annimmt, ähnlich wie beim Encke'schen Kometen. Charlier-Lund zeigt hierzu, dafs diese Beschleunigungen sich einfach erklären lassen

durch die Annahme, dafs der Biela'sche Komet bereits früher Stücke von sich losgetrennt habe. Eine solche Spaltung erteile dem verbleibenden Hauptstück einen Stofs, der sich in einer Beschleunigung oder auch Retardierung der mittleren Bewegung äufsere.

Indem wir aus Raummangel viele Vorträge unterdrücken, namentlich solche, die ihres mehr theoretischen Interesses wegen sich weniger für die Darstellung in einer populären Zeitschrift eignen, erwähnen wir noch die von Schwarzschild in Göttingen angebahnte Arbeit einer photographisch-photometrischen Gröfsenbestimmung der Sterne, die der in Potsdam bereits ausgeführten optisch-photometrischen zur Seite treten soll, da je nach der Farbe der Sterne die photographische Helligkeit sehr von der optischen verschieden sein kann. So sind auch bei veränderlichen Sternen die Lichtschwankungen, photographisch gemessen (im blauen Teil des Spektrums), viel gröfser als optisch (im gelben Teil desselben). Die Differenzen zwischen photographischer und visueller Helligkeit und die Temperaturen, die sich unter Zugrundelegung des Wien'schen Strahlungsgesetzes für den schwarzen Körper dabei für die einzelnen Sternfarben ergeben, sind nach den vorläufigen Resultaten:

Stern-Farbe	visuell minus photographisch	Temperatur der strahlenden Schicht	Anzahl der Sterne
Weifs	0,14	11800°	18
Gelb-Weifs	0,15	9900°	79
Weifs-Gelb	0,85	7800°	26
Gelb	1,26	7000°	15
Rot-Gelb	1,47	6500°	2

Gelbrote und rote Sterne kommen nicht mehr auf die Platten.

Die bekannte Gastlichkeit unserer nordgermanischen Vettern zeigte sich in mehreren festlichen Veranstaltungen, die uns in Lund und nach Schlufs der Versammlung in Kopenhagen von Prof. Thiele im Langelinie-Pavillon geboten wurden. Den Glanzpunkt derselben bildete der Ausflug, der am 3. Verhandlungstage auf Einladung der schwedischen Regierung nach der im Sunde gelegenen kleinen Insel Hven stattfand, auf welcher sich die traurigen (ich weifs kein passenderes Wort) Überreste der beiden Sternwarten Uranienborg und Stjerneborg Tycho Brahes, des gröfsten Beobachters seiner Zeit, befinden. Traurig ist es wirklich, zu sehen, wie energisch alsbald nach der Vertreibung des hochbedeutenden Gelehrten, aber auch hochfahrenden dänischen Granden und übermütigen Lehnsherrn, seine

Feinde die beiden Kulturdenkmäler zerstört haben und wie dann nichts entsprechendes in der Neuzeit geschehen ist, um sie wenigstens in ihrem jetzigen Zustande zu erhalten.

Am meisten sieht man noch in Stjerneborg. Hier hatte sich Tycho zum Schutze gegen die starken Winde in die Erde eingegraben und fünf Instrumente aufgestellt, deren Standpunkt nebst den herniederführenden Tritten gröſstenteils noch zu erkennen ist. Ein Betreten der Ruinen war freilich untersagt, weil dieselben zu schwach sind. Von Uranienborg, der Wohnung Tychos, ist nichts mehr vorhanden als ein Keller, ein Brunnen und das unterirdische Gefängnis, dessen er als Lehnsherr über die Insel bedurfte. Pläne beider Sternwarten sind auf zwei Denksteinen inmitten der Ruinen in Relief angebracht, und eine Büste Tychos schmückte den umfriedeten Raum von Uranienborg. In der Versammlung des letzten Tages wurde der Zustand der Ruinen eifrig diskutiert, es wurde hervorgehoben, daſs sie so nur noch wenige Jahre dem Wasser und dem Eise standhalten könnten, und es wurde eine dringende Bitte an die schwedische Regierung um Sicherung der kostbaren Überreste vor völligem Verfall zum Beschlusse erhoben. Möge es der Tagung der Astronomischen Gesellschaft in Lund beschieden sein, hierdurch mitgewirkt zu haben zur Erhaltung jener Stätte, die ein reichbegüterter vornehmer Mann, allen Freuden der groſsen Welt entsagend, auf der einsamen Fischerinsel im Sunde der Göttin Urania errichtete. Hier erhielt er die grundlegenden Beobachtungen, auf die dann Kepler seine ewigen Weltgesetze gründen konnte.





Quecksilberlampen aus Quarzglas

erregten auf der Naturforscherversammlung in Breslau das rege Interesse der Fachleute. Eine Quecksilberlampe gehört schon an sich zu den theoretisch bemerkenswerten Apparaten, sie erscheint jedoch durch ihr neues Quarzkleid auch berufen, in der Praxis eine Rolle zu spielen. Es gibt zwei Wege, auf denen man die Steigerung der Wirtschaftlichkeit einer Lampe erreichen kann: Erhöhte Temperatur oder selektive Emission, evtl. beides. Der Leser gestatte uns dazu eine erklärende Bemerkung. Die in einer Lampe aufgewandte Energie, gleichgültig welche Form sie zunächst hat, ob sie in der chemischen Struktur des aufgewandten und bezahlten Petroleums enthalten ist oder als teuere elektrische Energie auftritt, spaltet sich in zwei Energiekomponenten: Wärme und Licht. Unsere Lampen sind nun leider sehr schlechte Lichtspender, dafür aber desto bessere Öfen oder, genauer gesagt, das Verhältnis zwischen Licht- und Wärmeemission ist ungünstig für das Licht. Bei einer elektrischen Glühlampe z. B. gehen von der gesamten aufgewandten und bezahlten elektrischen Energie nur etwa 6 bis 7 % in Licht, alles andere in Wärme über. Kurz, die Vorrichtung ist als Lampe unwirtschaftlich, teuer im Betriebe. Wie man nun einen glühenden eisernen Ofen durch Steigerung der Temperatur zu einer relativ immer besseren Lampe machen kann, so auch bei anderen Leuchtkörpern. Je höher die Temperatur[1]) einer Lampe, je weifser ihr Licht, desto ökonomischer arbeitet sie.[2]) In dieser Hinsicht steht das weifse elektrische Bogenlicht an der Spitze, nur dafs man von ihm leider nicht kleine Einheiten erzeugen kann. Ein zweiter Weg führt über die Lichtemission der Dämpfe und zu einer Gruppe sehr interessanter Körper, die fortdauernd der Gegenstand gelehrten und praktischen Studiums sind. Während nämlich die glühenden festen Körper, wie wir sie als Lichtspender bei fast

[1]) Nicht zu verwechseln mit der Heizwirkung.

[2]) Dieser Satz ist indes nur mit gewissen Einschränkungen gültig, die hier nicht näher erörtert werden können.

allen Lampen sehen (auch in der Flamme der Petroleum- und Gaslampe schwebt fein verteilter glühender Kohlenstoff), Wärme- und Lichtwellen jeder Art aussenden und bei ihrer Analyse durch das Prisma ein zusammenhängendes Spektrum erzeugen, besitzen die leuchtenden Gase und Dämpfe eine selektive Emission, d. h. sie senden einzelne Wellenlängen vorzugsweise aus und ergeben ein sogenanntes Linienspektrum. Man denke an den glühenden Natrium-

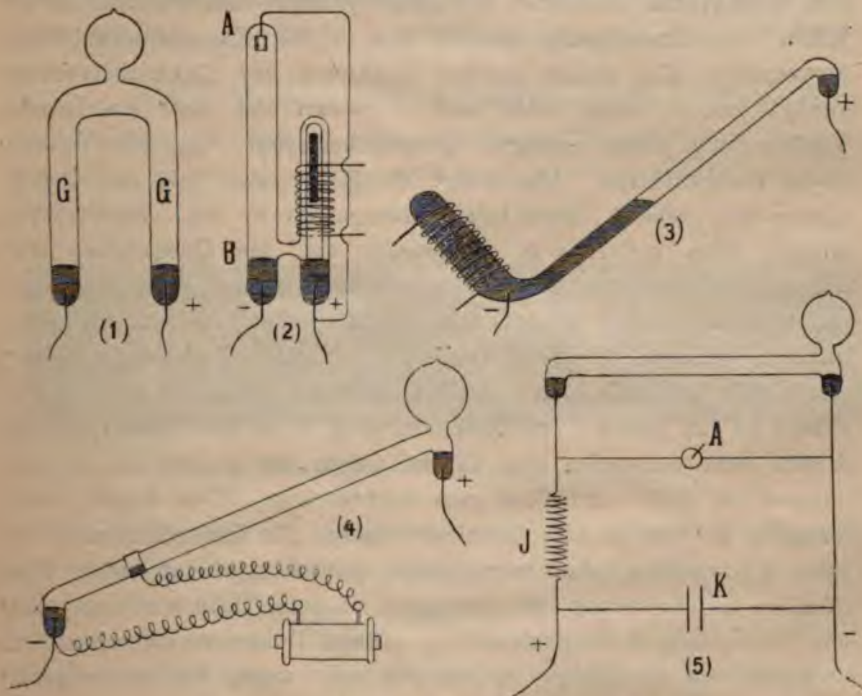


Fig. I. **Verschiedene Quecksilberdampflampen.**

dampf, der nur eine Wellenlänge emittiert und im Spektrum nur eine gelbe Linie besitzt. Man könnte sich also einen glühenden Dampf in einer Lampe denken, der nur Lichtwellen und keine dunkeln Wärmewellen aussendet. Eine kombinierte Lampe ist z. B. die Bremersche Bogenlampe, in der sowohl die festen Kohlen glühen als auch ein Dampf, der aus einer Beimischung zu den Kohlen entsteht und zwischen diesen bis zur Lichtglut erhitzt wird. Am reinsten kommt das wichtige Prinzip der selektiven Emission jedoch in der von Arons erfundenen und von Cooper-Hewitt (spr. Kuper-Juitt) praktisch durchgebildeten Quecksilber-Bogenlampe zum Ausdruck.

Wir wollen versuchen, diese interessante Lampe an der Hand der in Fig. 1 vereinigten Darstellungen zu besprechen.

Ein Ո-förmiges Glasrohr G (1) enthält in seinen Schenkeln beiderseits etwas Quecksilber und ist so gut als irgend möglich luftleer gepumpt. Die Quecksilbersäulen sind, unter Benutzung eines geeigneten Vorschaltwiderstandes, an die Pole des Elektrizitätswerkes gelegt. Eine Hochspannungsstromquelle würde sich durch den über dem Quecksilber stehenden Quecksilberdampf entladen und in der Röhre eine Erscheinung ähnlich der in den Kathodenstrahlröhren hervorrufen. Die relativ geringe Spannung des Elektrizitätswerkes genügt jedoch hierzu nicht, und es bedarf erst einer einleitenden Verdampfung einer geringen Quecksilbermenge, um das Vakuum etwas herabzusetzen. Man neigt die Röhre also, bis das Quecksilber aus beiden Schenkeln zusammenfliefst und Stromschlufs eintritt; dann richtet man sie wieder auf, das Quecksilber läuft auseinander, an der Trennungsstelle taucht ein heller Blitz auf, und gleich darauf strahlt die ganze Röhre in einem kalten, bläulich-grünen Lichte. Die prismatische Zerlegung belehrt uns, dafs wir es mit dem leuchtenden Dampf des Quecksilbers zu tun haben. Das Spektrum (Fig. 2) ist ein Linienspektrum, dessen sehr schwache rote Linien gegen die glänzenden Erscheinungen im Grün und Blau ganz zurücktreten. Eben wegen diesen Mangels an Rot ist die Quecksilberlampe für Beleuchtungszwecke ganz unbrauchbar; das menschliche Antlitz erscheint unter ihren Strahlen in Verwesung übergegangen zu sein, Grün tritt ungewohnt und übermäfsig in die Erscheinung. Dieser Mangel ist um so mehr zu bedauern, als die Lampe im übrigen sehr wenig Wärme ausstrahlt und daher ungemein wirtschaftlich ist. Wir erhalten in ihr beispielsweise 16 Kerzenstärken pro Stunde für 0,5 Pf., während wir für die gleichstarke Glühlampe 2 Pf. oder mehr bezahlen müssen. Vielleicht gelingt es den Elektrotechnikern, durch geeignete Quecksilberamalgame oder durch Bestrahlung fluoreszierender Substanzen das Übel zu beheben. Photographisch wirksam ist die Lampe natürlich ungemein, und in den Ateliers dürfte sie denn auch zuerst allgemeine Verbreitung finden. Ferner denkt man daran, das violette Licht zur Finsen-Bestrahlung, das heifst, zur Ausheilung oberflächlicher Lupus-Erkrankungen anzuwenden. Die wirksamsten Strahlen freilich, und das sind die vom Quecksilberdampf reichlich erzeugten ultravioletten, hält das Glas zurück. Aber dem Übel kann man abhelfen, seit es die Glasbläserkunst versteht, Gefäfse (in bescheidenen Abmessungen)

aus dem schwer schmelzbaren und gegen alle Temperaturunterschiede widerstandsfähigen Quarz herzustellen. Die auf der Naturforscherversammlung viel bewunderten Quecksilberlampen waren ausnahmslos aus Quarz. Quarz hält die ultravioletten, für uns unsichtbaren, Strahlen nicht zurück, und die ultravioletten Strahlen aktivieren vornehmlich den Sauerstoff der Luft, d. h. sie bilden Ozon. Es war erstaunlich wahrzunehmen, welch gewaltige Ozonmengen sich schon nach kurzer Brenndauer entwickelten. Hier eröffnet sich, wie uns scheinen will, ein drittes Anwendungsgebiet für die Quecksilberlampe.

Die Bemühungen der Techniker gehen nun vor allem auch dahin, die Zündung zu vereinfachen. Mancherlei Konstruktionen sind bereits beachtenswert, wenn sie auch noch nicht eine endgültige Lösung darstellen.



Fig. 2. **Hauptlinien des Quecksilberdampf-Spektrums.**

In Abbildung (2), auf der Figurentafel 1, sieht man z. B. eine Lampe dargestellt, die auf folgende originelle Art zündet. Ein Seitenrohr ist mit einer Drahtspule umgeben und enthält einen mit einem Eisenkern versehenen Glasschwimmer. Geht Strom durch die Spule, so wird der Schwimmer herabgedrückt, Quecksilber spritzt durch die Verbindungsröhre in das Hauptrohr, und es entsteht ein kurzer Lichtbogen, der aber soviel Quecksilberdampf frei macht, dafs nun die Entladung von A nach B durch das Hauptrohr eintreten kann. Die Lampe braucht also nicht gekippt zu werden. Der gleiche Effekt wird bei der Konstruktion Abbildung (3) auf ganz andere Art erreicht. Die Lampe liegt schräg, und ihr kurzer mit Quecksilber gefüllter Schenkel ist mit einer Platinheizspirale umgeben. Diese treibt das Quecksilber beim Stromschlufs durch Dampfbildung bis zum anderen Pol herüber und von dort her entsteht der Flammenbogen indem er das Quecksilber in den nun erkaltenden kürzeren Schenkel (der Heizstrom schaltet sich aus) zurücktreibt. Die Lampe Abbildung (4) zündet, indem die Entladung von aufsen her mit Hilfe eines Funkeninduktors in Gang gebracht wird. Um den Hochspannungs-

strom des Induktors nicht über die bereits angeschlossene Starkstromleitung entweichen zu lassen, wird eine Hilfselektrode K angewandt. Lampe (5) zündet nach demselben Prinzip, nur dafs hier der in der Induktionsspule J durch eine Stromunterbrechung bei A wachgerufene Extrastrom zur Einleitung der Entladung verwandt wird. K. ist ein zur Lampe parallel geschalteter Kondensator (eine Leydener Flasche). Alle diese Konstruktionen, mögen sie an sich auch noch so unvollkommen sein, zeigen jedenfalls, welchen Wert man den Quecksilberlampen beimifst.

Die Urania besitzt eine Quecksilberdampflampe von 2 m Länge und etwa 2000 Kerzenstärken. Nach vorhergehender Anmeldung beim Vorstande der physikalischen Abteilung wird sie allen, die sich dafür interessieren, gern gezeigt. D.



N- und N_1-Strahlen.

Wir haben seinerzeit (der Leser wolle die Mitteilung in Heft 8 Jahrgang XVI, S. 380 vergleichen) bereits über die N-Strahlen berichtet und hinzugefügt, dafs die strittige Angelegenheit für uns so lange abgeschlossen sein müsse, bis auch von nichtfranzösischer Seite eine Bestätigung der Blondlotschen Entdeckung vorläge. Diese ist bisher nicht erfolgt, anderseits hat es aber die Akademie der Wissenschaften zu Paris für angezeigt gehalten, Professor Blondlot à Conto der N-Strahlen-Entdeckung den Lecomte-Preis (50 000 Fr.) für die interessanteste Leistung in der Physik zuzuerkennen. Die Akademie mufs also wohl, trotz der ausländischen Literatur über den Gegenstand, die ihr nicht entgangen sein kann, ganz gewichtige Gründe haben, Blondlots Arbeit offiziell anzuerkennen. Damit tritt die Angelegenheit in ein neues akutes Stadium.

Indem wir es Berufeneren überlassen, Partei in dem einen oder anderen Sinne zu ergreifen, entwerfen wir heute zur Orientierung für unsere Leser ein Bild der N-Strahlen-Forschung in groben Zügen und fügen hinzu, was seit der Entdeckung Blondlots von anderer Seite auf diesem Gebiete gearbeitet wurde.

Ende 1902 überraschte Blondlot in Nancy die wissenschaftliche Welt mit der Nachricht, er habe die Geschwindigkeit der Röntgenstrahlen direkt gemessen, später (1903) glaubte er sogar ihre Polarisation, d. h. eine bestimmte, durch die Lage der Kathode und Antikathode gekennzeichnete Wirkungsebene, nachgewiesen zu haben.

Alles dies hätte auf die Transversalwellennatur der Röntgenstrahlen einen Rückschlufs gestattet, wenn nicht Blondlot seine Versuchsresultate selbst zurückgenommen hätte. Die von ihm untersuchte Strahlung zeigte sich nämlich durch ein Prisma brechbar, während die Röntgenstrahlen bekanntermafsen nicht brechbar sind. Blondlot kündigte darauf die Entdeckung bisher unbekannter, unsichtbarer Begleitstrahlen der Röntgenstrahlen an, die offenbar von der stark erhitzten oder glühenden Antikathode ausgingen, brechbar waren und Pappe, Holz, Kupfer, Stanniol, selbst Glas, nicht dagegen Platin, Blei, Steinsalz und Wasser durchdrangen. Er nannte die neuen Strahlen nach ihrem Entdeckungsort Nancy N-Strahlen.

Im weiteren Verlauf der Untersuchung stellte sich nun folgendes heraus: Die N-Strahlen sind nicht an die Antikathode der Röntgenröhre gebunden, sie entstehen vielmehr an allen erhitzten Körpern, z. B. dem Auerlichtstrumpf, glühenden Metallen, auch im Sonnenlicht sind sie vorhanden. Der Nachweis ihrer Existenz gelingt auf mancherlei Art und anscheinend sehr einfach. Denn die N-Strahlen haben vor allem die Eigenschaft, schwach leuchtende Gegenstände sichtbarer zu machen, so z. B. eine kleine elektrische Funkenstrecke, ein winziges, blaues Gasflämmchen, ein Stückchen matterleuchtetes oder mit einer phosphoreszierenden Substanz bestrichenes Papier u. s. f. Treten die genannten Gegenstände in den Gang der Strahlen, die sich übrigens mit einer Quarzlinse konzentrieren lassen, so leuchten sie etwas heller auf. Haupterfordernis scheint aber zu sein, dafs sie klein und an sich nur schwach sichtbar sind. Man lasse also beispielsweise eine Auerlampe ohne Zylinder brennen, umhülle sie rings bis auf einen kleinen Ausschnitt mit undurchlässigem Bleiblech, schliefse den Ausschnitt mit dünner Aluminiumfolie, so dafs kein Licht herausdringt, setze eine Quarzlinse vor das Aluminiumfenster und suche nun den dunkeln Raum in der Richtung der Linsenachse mit einem kleinen Flämmchen ab, dann mufs man die Brennpunkte der N-Strahlen entdecken. Wir sagen ausdrücklich, die Brennpunkte, denn nach Blondlot enthält das N-Strahlenbündel Strahlen verschiedener Brechbarkeit. Ferner scheint der Quarz die Fähigkeit zu besitzen, N-Strahlen zu akkumulieren, denn die Linse bleibt noch längere Zeit nach dem Verlöschen des Brenners eine Quelle der rätselhaften Strahlen. Sagnac berechnete zuerst die Wellenlänge der N-Strahlen zu 0,2 mm. Danach schienen sie in die Lücke zwischen die Strahlen elektrischer Kraft und die Wärmestrahlen zu treten, also im Spektrum noch wesentlich vor das tiefste Rot zu rangieren. Blondlot selbst mafs dagegen

später mit einem Aluminiumprisma und glaubt für eine Wellenlänge von nur 0,000 008 mm eintreten zu dürfen. Somit hätten denn die übrigens chemisch unwirksamen N-Strahlen die kürzesten Wellen, die wir überhaupt kennen und wären noch weit hinter dem letzten sichtbaren Violett im Spektrum zu suchen.

Im weiteren Verfolg dieser Entdeckung machten nun Blondlot und andere, denen es ebenfalls gelungen war, die N-Strahlen nachzuweisen, eine grofse Reihe interessanter Beobachtungen. Die Quellen der Strahlung wuchsen an Zahl ins Ungemessene, und fast scheint es so, als wären wir überhanpt an keinem Ort vor der N-Strahlung sicher. Sie entsteht z. B. an fast allen Körpern, die geprefst werden oder sich sonst in einem Zwangszustande der Spannung befinden, etwa an gedrücktem Holz, Glas, Kautschuk, selbst an gehämmertem Messing, an gehärteten Messerklingen usw. und zwar nicht nur so lange, wie ein Druckzuwachs erfolgt bezüglich während des Härtungsprozesses, sondern dauernd. Selbst eine verrostete Messerklinge aus einem Merowingergrabe sandte N-Strahlen aus. Nach Macé de Lépinay sind sogar akustische Instrumente Strahlenquellen, solange sie tönen, also etwa Glocken, Sirenen, Stimmgabeln. Weiterhin senden N-Strahlen aus: Flüssige Luft, Kohlensäure, Ozon u. s. f. (Bichat), alle Vorgänge der Diffusion und Osmose (Lambert), ein Leclanché-Element, während Strom hindurchgeht (Jégou), Blüten und Blätter von Pflanzen (É. Meyer), sonnenbestrahlter Sand, wenn er ebenso wie die Organe der Pflanze nicht Chloroformdämpfen ausgesetzt wird (Jean Becquerel*). Endlich weist der Physiologe A. Charpentier darauf hin, dafs die N-Strahlen eine ganz allgemeine Begleiterscheinung des Lebensprozesses sind und in allen Fällen entstehen, in denen Nerven oder Muskeln in Tätigkeit sind, selbst dann also, wenn der Mensch intensiv denkt. Er behauptet mit einem kleinen schwachleuchtenden Phosphoreszenzschirm aus Kalziumsulfit, die Lage des Herzens festgestellt zu haben. Es besteht seiner Ansicht nach ein Unterschied zwischen Nerven- und Muskelstrahlung, auf den wir nicht näher eingehen wollen. Man halte einen Phosphoreszenzschirm an die Stirn, an das Rückenmark, an den Kehlkopf des Versuchsobjektes und konstatiere an dem Aufleuchten, ob das Individuum denkt, Beine oder Arme bewegt oder spricht. Die Anordnung des Experimentes läfst jedenfalls an Einfachheit nichts zu wünschen übrig, es müfste eigentlich leicht zu wiederholen sein.

*) d. i. Becquerel der Jüngere, also nicht der Entdecker der Uranstrahlen (d. radioaktiven Stoffe [Henri Becquerel]).

Die wunderbaren Wirkungen der physiologischen N-Strahlenquellen sind aber noch keineswegs erschöpft. Verwendet man zum Anstrich der Leuchtschirme phosphoreszierende Substanzen mit einem Zusatz verschiedener Alkaloide, so leuchten die Schirme dann besonders lebhaft, wenn sie vor ein Organ kommen, das auch sonst gegen eben diese Alkaloide besonders empfindlich ist. Nach Charpentier würde also beispielsweise ein Zusatz von Digitalis den Leuchtschirm besonders aufnahmefähig für die N-Strahlen des Herzens machen. Selbst durch Drähte pflanzt sich die N-Strahlenwirkung fort. Man braucht nur in die Endschlinge eines bis zu 10 m langen Kupferdrahtes einen kleinen Phosphoreszenzschirm zu hängen und mit dem anderen Ende, bezüglich mit einem daran befestigten Metallplättchen den menschlichen Körper abzusuchen. Auch dann leuchtet der Schirm allemal bei Berührung tätiger Muskel- oder Nervenpartien auf, aber die Fortleitung im Draht nimmt etwa 12 Sekunden in Anspruch. Offenbar leitet der Draht die Strahlung, die umgebende Luft aber nicht. Charpentiers Entdeckung wird übrigens von den Physiologen André Broca, Ballet, É. Meyer u. a. bestätigt.

Neuerdings ist es Blondlot geglückt, die offenbar wenig wissenschaftliche Form der subjektiven Untersuchung (sofern es sich nämlich um die Wahrnehmung so kleiner und schwach leuchtender Gegenstände mit dem Auge handelt) durch einen objektiven Nachweis zu ersetzen. Er hat den Helligkeitszuwachs einer kleinen Funkenstrecke während der Bestrahlung mit der photographischen Platte seiner Ansicht nach einwandfrei bewiesen; es läfst sich jedoch gegen seine Versuchsanordnung mancherlei sagen. Diesem objektiven Befunde würde übrigens die Ansicht Jean Becquerels entgegenstehen, nach der die N-Strahlen überhaupt keine Aufhellung der gesehenen Gegenstände, sondern allein eine erhöhte Empfindlichkeit des Auges veranlassen. Es genüge, einen für N-Strahlen undurchlässigen Wasserschirm vor das Auge einzuschalten, um jede Aufhellung zu beseitigen.

Blondlot selbst weist endlich darauf hin, dafs es erforderlich sei, die schwach erleuchtete Probefläche senkrecht zu betrachten. Sehe man schräg darauf, so beobachte man im Gegenteil bei dem Auffall der N-Strahlen nicht eine Zunahme, sondern eine Abnahme des Lichtes. Bisweilen ist es auch gerade umgekehrt, und dann glaubt es Blondlot mit einer anderen Art von Strahlen, den N_1-Strahlen zu tun zu haben. Anscheinend alle N-Strahlenquellen senden auch N_1-Strahlen aus, und da die Wellenlängen beider

Gattungen durcheinander liegen, und man also vor einer Quarzlinse nacheinander N und N_1-Strahlen antrifft, mag es nicht ganz leicht sein, aus ihnen zurechtzufinden.

Bei der Einfachheit der Blondlotschen Vorschriften zur Beobachtung der N-Strahlen konnte eine baldige Nachprüfung seitens anderer Physiker, besonders auch in Deutschland und England, nicht ausbleiben. Der Erfolg war ein durchaus negativer. Allen Bemühungen zum Trotz konnte weder von G. S. Brown noch von John Butler Burke, H. und W. Colquhoun, Classen, Donath, Drude, L. Graetz, Kaufmann, Lummer, Pacini, Pierce, Rubens, Schenk, G. C. Schmidt, Swinton, Zahn u. a. ein einwandfreier Beweis für die Existenz der N-Strahlen erbracht werden.

Auf der diesjährigen Naturforscherversammlung in Breslau wurde die N-Strahlenangelegenheit gelegentlich einer Sektionssitzung der Physiker durch den Vorsitzenden Lecher (Prag) angeschnitten. Gegen die N-Strahlen sprach Lummer (Berlin). Er führt die von Blondlot beobachteten Erscheinungen auf subjektive Täuschungen zurück. Weiss (Zürich) verteidigte die N-Strahlen zwar nicht, aber er nahm sie doch in Schutz und mahnte zur Vorsicht. Seine eigenen Versuche — denen man eine, die subjektiven Fehler möglichst ausschliessende Anordnung nicht absprechen darf — lassen einstweilen keine positiven Resultate mit Sicherheit erkennen, aber sie sprechen auch nicht gegen die Existenz der N-Strahlen. Eine eingehendere Diskussion wurde leider durch die Überlastung der Tagesordnung unmöglich. Ohne Frage wird nunmehr die Nachprüfung der Blondlotschen Experimente mit erneutem Eifer wieder aufgenommen werden. D.



Umdrehungsperiode des Saturn. Im Juni vorigen Jahres entdeckte Barnard, jetzt an der Yerkes-Sternwarte am Lake Geneva, auf Saturn einen glänzend weifsen Fleck, dem bald zwei kleinere folgten. Infolge der Drehung erscheint solch ein Fleck zuerst am Ostrande des Planeten, zieht dann über die Mitte der Scheibe und verschwindet im Westen. Der Durchgang durch die Mitte läfst sich mit einer Unsicherheit von wenigen Minuten beobachten, und aus der Kombination mehrerer solcher Durchgänge läfst sich die Umdrehungszeit des Planeten berechnen, wenn die Voraussetzung zutreffend ist, dafs der Fleck gegen die Planetenoberfläche selbst unbeweglich ist. Denning findet aus der Diskussion von 66 solchen

Beobachtungen vom 23. Juni bis 22. September 1903 eine mittlere Rotationszeit von 10 Stunden 38 Minuten 3 Sekunden; später bis Dezember wurde die Umdrehungszeit schneller, nämlich $10^h\ 37^m\ 56^s$. Da die Saturnkugel selbst im Raume eine vollkommen gleichförmige Rotation hat, so beweist dies, dafs der Fleck sich gegen die feste Oberfläche des Planeten in der Richtung der Rotation verschoben hat, also entweder eine weifse Wolke ist, die in der Saturnatmosphäre schwebt, oder dafs die Oberfläche des Saturn überhaupt noch nicht fest ist. Die Umdrehungszeit, die diesmal gefunden wurde, ist überhaupt beträchtlich kleiner als die bisher angenommene von $10^h\ 39^m\ 10^s$. Saturn kommt jetzt bald wieder in Opposition, und es fragt sich, ob der weifse Fleck noch sichtbar oder ob er verschwunden sein wird.

Rp.





Prof. Dr. J. Norrenberg. Geschichte des naturwissenschaftlichen Unterrichts an den höheren Schulen Deutschlands. 6. Heft der Sammlung naturwissenschaftlich-pädagogischer Abhandlungen. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner.

Wenn es auch heute noch wahr ist, dafs demjenigen die Zukunft gehört, der die Schule beherrscht, so müfste hierin für alle Freunde und Förderer der Naturwissenschaften, nicht nur für die sie lehrenden, eine Mahnung liegen, sich für alles lebhaft zu interessieren, was den naturwissenschaftlichen Unterricht angeht.

Dazu kann das vorliegende Büchlein reiche Anregung geben; denn es ist — um das gleich vorweg zu nehmen — mit jener Begeisterung geschrieben, wie sie das Vertrauen auf den Sieg einer guten Sache verleiht, und es vertritt den Standpunkt, von dem aus allein den Naturwissenschaften für alle Zeiten ein tiefgehender Einflufs auf die Bildung des heranwachsenden Geschlechts gesichert ist: Nicht der praktische Nutzen, der sich durch die Beschäftigung mit den Naturwissenschaften erzielen läfst, soll im Vordergrund stehen, sondern das Ziel bildet die allgemeine Ausbildung des Geistes, die durch das Sprachstudium allein nun und nimmermehr erreicht werden kann.

Merkwürdige Wandlungen hat der naturwissenschaftliche Unterricht durchgemacht, bis diese seine „humanistische" Bedeutung Verständnis fand. Der Verfasser führt uns in den Kreis der Klosterschüler zur Zeit Alkuins, die im „Krautgärtlein" lustwandelten und den märchenhaften Erzählungen von fremden Ländern und Menschen, von wunderbaren Tieren und sagenhaften Pflanzen lauschten, oder nachts den gläserlosen Tubus gen Himmel richteten und mit der Armillarsphäre Stundenwinkel und Deklination der Sterne bestimmten. Sicherlich stand ein solcher Unterricht durchaus auf der Höhe des damaligen Wissens und verdient seiner Methode nach, die die eigene Anschauung in den Vordergrund zu stellen sucht, selbst vom Standpunkt des heutigen Lehrverfahrens aus alle Anerkennung. Überhaupt ist es, darin wird man dem Verfasser beistimmen, erfreulich, dafs das ganze Mittelalter neuerdings eine gerechtere Würdigung erfährt, und jeder Spott über seine sachlichen Leistungen vom Standpunkte unserer fortgeschrittenen Erkenntnis aus wäre unverdient.

Doch mufs anderseits auch mit allem Ernste betont werden, dafs der Grundzug des damaligen Betriebes der Naturwissenschaften einem wahren und dauernden Fortschritte derselben und damit der Kultur überhaupt nicht günstig war. Wenn die Beobachtung der Sterne für die Mönche wichtig war, damit das Zeichen zum nächtlichen Gebet rechtzeitig gegeben werden konnte und die Zeitbestimmung nach Sonne und Mond zur Berechnung der kirchlichen Feste, besonders des Osterfestes diente, so war hiermit doch die Stellung der Naturwissenschaft als „ancilla ecclesiae" gegeben. Das schlofs den Fortschritt im

einzelnen nicht aus und spricht auch nicht dagegen, dafs, wie der Verfasser mit Günther*) meint, eine Kontinuität zwischen dem Wissen jener alten und der neuen Zeit besteht. Aber noch viel inniger erscheint uns der Zusammenhang jener falschen Auffassung mit den Schwierigkeiten, die der naturwissenschaftlichen Forschung bereitet wurden, sobald sich einmal eine andere Ansicht über die Dienste geltend machte, die die Kirche von der Wissenschaft zu fordern hatte.

Wenn später, zur Zeit der Reformatoren, jede wissenschaftliche Erkenntnis geschätzt wurde nach ihrer Verwendbarkeit als Waffe gegen den religiösen Gegner, so scheint uns dies von jenem Standpunkt aus ganz konsequent. Eine Magd wird geschätzt nach den Diensten, die sie zu leisten vermag, und wenn deren Wert fraglich ist, so kann sie auch wohl entlassen werden. Die Kirchenversammlungen von Tours und Paris (um 1200) warnten vor dem „sündhaften Lesen physikalischer Schriften", und noch heute leben und gedeihen — in Frankreich weniger als anderswo — die Geisteskinder jener französischen Kirchenväter. Ist doch noch nicht ein Menschenalter vergangen, seit infolge des Lippstädter Schulstreites der preufsische Kultusminister auf eine Interpellation im Abgeordnetenhause antwortete, er werde es niemals dulden, „dafs ein als Darwinist bekannter Lehrer angestellt werde". Der Minister, auf den damals Argumente so stark einwirkten, die heute auch von gläubigen Christen preisgegeben werden, war kein anderer als Falk, so dafs man ausrufen möchte: „Wenn das geschieht am grünen Holz, was will am dürren werden".

Ein anderer, man möchte sagen wertvollerer Gegner der naturwissenschaftlichen Bildung war der Humanismus. Der Kampf zwischen diesen beiden um die Seele der Jugend ringenden Mächten gehört der Hauptsache nach dem vorigen Jahrhundert an. Über den Beginn dieser Periode sagt Norrenberg: „Der durch den unheilvollen Gang der Ereignisse (beim Zusammenbruch Preufsens) getrübte Blick richtete sich hoffnungsvoll auf die heranwachsende Jugend, und dabei fehlte es nicht an Stimmen, die die Schuld einer auf dem Gymnasium des 18. Jahrhunderts grofsgezogenen Schuldummheit, dem stupor scholasticus, zuschrieben, da die bis dahin auf gelehrte Beredsamkeit einseitig gerichtete grammatische Schulung zur geistigen Unselbständigkeit, zur weltfremd versonnenen Träumerei, zur körperlichen und moralischen Untätigkeit zu verziehen schien".

Der allgemeine Verlauf des Kampfes zwischen Humanismus und Naturwissenschaft, wie ihn Norrenberg ausführlicher darstellt, läfst sich unseres Erachtens dahin kennzeichnen, dafs beide Gegner sich auf ihre wertvollsten Eigenschaften besinnen und sie zu entwickeln streben. Das rechte Ziel für die Naturwissenschaften ist bereits in den Süvernschen Lehrplänen von 1816 vorgezeichnet. Zwar bilden die Naturwissenschaften auf dem Gymnasium ein Nebenfach, das aber „mit den übrigen Lehrgegenständen eine untrennbare organische Einheit bildet, deren sämtliche Glieder gleichmäfsig an der harmonischen Ausbildung des Geistes teilzunehmen berufen waren". Die Naturwissenschaften bildeten demnach auch einen Gegenstand der Entlassungsprüfung mit keineswegs geringen Anforderungen. Bekanntlich hat die weitere Entwickelung in dieser Beziehung gewaltige Rückschläge zu verzeichnen. Seit 1856 bis heute sind die Naturwissenschaften aus der Reifeprüfung verschwunden, weniger aus einer absoluten Geringschätzung als aus einer relativen gegenüber den klassischen Sprachen, deren Betrieb man nicht durch Überbürdung der Schüler und Zersplitterung der Kräfte gefährden wollte.

*) Gesch. d. mathem. Unterr. im Mittelalter.

Die entscheidende Wendung zum besseren ist, um hier von allen Gewinnen und Verlusten im einzelnen abzusehen, durch den „einzigen Federstrich" eingetreten, den Preyer vor etwa zwanzig Jahren verlangte, freilich nicht mehr erlebte. Es ist die im letzten Jahre des Jahrhunderts durch Kaiser Wilhelm II. ausgesprochene Gleichberechtigung der drei Gattungen höherer Lehranstalten, durch die in der Hauptsache ein gleicher Wert der realistischen und humanistischen Bildung anerkannt wurde. —

Der Abschnitt des Buches, in dem sich der Verfasser mit der Entwickelung der Lehrmethode im neunzehnten Jahrhundert beschäftigt, ist hauptsächlich den beschreibenden Naturwissenschaften gewidmet, weil der Verfasser glaubt, dafs „das Interesse an den weittragenden physikalischen Entdeckungen, auch ohne methodische Kunstgriffe, ohne grofse Reformen" das Verständnis hinlänglich vorbereitet und gefördert habe. Wir möchten ihm hierin nicht ganz folgen, vielmehr glauben, dafs gerade das Ziel, durch die Naturwissenschaften eine „humanistische" Bildung zu gewähren, hiermit wenig zu tun hat. Das Interesse, geweckt durch die eindrucksvollen Erfolge naturwissenschaftlicher Erkenntnis, reifst doch nur den Riegel von der Pforte, durch die der Gedanke vorwärts stürmt. Die Bahnen, auf denen er sich bewegen mufs, um das Ziel zu erreichen, sind nicht von selbst gegeben, wohl aber gerade in den letzten Jahrzehnten Gegenstand anstrengender aber auch erfolgreicher Arbeit gewesen.

Das wäre der einzige Punkt, in dem wir in der Wertschätzung des Geleisteten mit dem Verfasser nicht ganz übereinstimmen möchten. Desto beherzigenswerter erscheint uns eines seiner Schlufsworte. Er ruft dem Gymnasium zu, dafs es der erzieherischen Kraft des naturwissenschaftlichen Unterrichts nicht werde entraten können und sich sonst das eigene Grab bereiten werde, da die Selektionstheorie auch im organischen Leben des Schulwesens ihre Bedeutung habe. Nun, so mag sich jeder Lehrer der Naturwissenschaften immer wieder fragen, ob die von ihm grofsgezogenen Keime kräftig genug sind, sich im Selektionskampfe zu behaupten. Die wichtigste Vorbedingung scheint mir zu sein, dafs die Strahlen der Sonne, d. h. der Freude an der Naturerkenntnis, bei der Entwickelung der jungen Pflänzchen nicht fehlen.

Sp.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.

673



Fig. 4. Mikrophotographische Einrichtung für ultraviolettes Licht.



Über die Grenze mikroskopischer Vergröſserung.

Von Professor Dr. P. Spies in Posen.

Auf der diesjährigen Naturforscherversammlung in Breslau ist die Firma Zeiſs in Jena, die auf dem Gebiete der Optik schon so oft einen neuen Weg erschloſs, mit einer mikrophotographischen Einrichtung für ultraviolettes Licht hervorgetreten. Es ist zwar selbstverständlich, mag aber doch erwähnt werden, daſs diese Erfindung nichts zu schaffen hat mit dem vor zwei Jahren ebenfalls von Zeiſs ausgeführten „Ultramikroskop", mittels dessen die Herren Siedentopf und Zsigmondy äuſserst kleine Teilchen wahrnehmbar machten.[1]) Hierbei wurde sichtbares Licht von jenen kleinen Teilchen zurückgeworfen; jedoch war von vornherein unter Verzicht auf eine naturgetreue Abbildung nur Wert gelegt auf den Nachweis des Vorhandenseins der Teilchen, auf die Möglichkeit einer Zählung usw. Bei der neuen Einrichtung handelt es sich hingegen um eine Steigerung des Auflösungsvermögens des Mikroskops, also der Fähigkeit, kleine Gegenstände noch exakt abzubilden. Diese Steigerung wird erzielt durch den Ausschluſs alles sichtbaren Lichtes, nämlich durch Anwendung ultravioletter Strahlen einer bestimmten Wellenlänge (275 $\mu\mu$ = 0,000275 mm). So häufig man auch die ultravioletten Strahlen zum Gegenstande wissenschaftlicher Untersuchungen gemacht hat, ist doch, soweit uns bekannt, dies der erste Fall ihrer ausschlieſslichen Anwendung als Forschungsmittel in einem optischen Instrument.

Eine allerdings nur rohe Vorstellung von dem hierbei zugrunde liegenden Prinzip gewinnt man durch den Gedanken, daſs bei der

[1]) Vgl. diese Zeitschr. Jahrg. XV, Seite 517.

Abbildung eines Gegenstandes mit Hilfe von Lichtwellen desto leichter Mängel im Bilde auftreten müssen, je mehr die Gröfse des Gegenstandes auf Beträge von der Gröfsenordnung jener Wellen herabsinkt. Schon dieser Gedanke und noch mehr eine genauere Überlegung führen auf den wichtigen Schlufs, dafs die Gesetze der geometrischen Optik nicht ausreichend sind, uns über die hierher gehörigen Fragen Aufschlufs zu geben; denn wenn man, wie es in dieser Disziplin geschieht, von allen Vorstellungen über die Natur der Lichtstrahlen absieht und nur ihre geradlinige, gegebenenfalls durch spiegelnde und brechende Flächen geknickte Bahn verfolgt, so ist von einer Grenze, die sich der immer weiter getriebenen Vergröfserung entgegenstellen könnte, nichts zu erkennen. Warum sollte man nicht das vom Mikroskopobjektiv entworfene, vergröfserte, reelle Bild noch mehrere Male vergröfsern und so das letzte Bild von vielleicht hunderttausendfacher Vergröfserung bei genügender Helligkeit mit dem Auge betrachten, bei gröfserer Lichtschwäche aber durch eine photographische Dauerexposition festhalten?

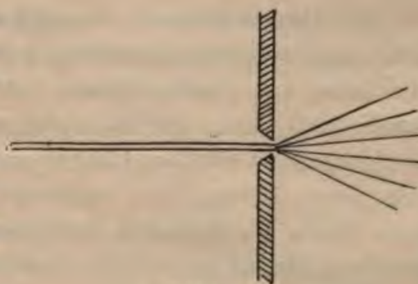
Man kann tatsächlich so verfahren, erhält aber auf diese Weise nichts als eine „leere Vergröfserung", die feinere Details nicht zu zeigen vermag als eine unter Anwendung richtiger, aus der Wellentheorie geschöpfter Grundsätze erzielte, verhältnismäfsig geringe Vergröfserung.

Die Theorie der optischen Instrumente in Anlehnung an die Wellentheorie bereits um das Jahr 1874 vollständig begründet zu haben, ist das Verdienst von H. Helmholtz und E. Abbe, und es mögen hier einige Andeutungen über den von diesen Forschern betretenen Weg um so eher Platz finden, als in den physikalischen Lehrbüchern von diesen Dingen noch wenig zu finden ist.

Wenn von einem auf der Achse eines Linsensystems gelegenen leuchtenden Punkte aus Strahlen sowohl nach dem Zentrum als auch nach den Randpartien der Linse gehen, so haben bekanntlich die Zentralstrahlen im allgemeinen einen anderen Vereinigungspunkt als die Randstrahlen. Wird dieser Mangel durch geeignete Wahl der die Linsen begrenzenden Kugelflächen aufgehoben, ist also das System frei von „sphärischer Aberration", so erhalten wir dennoch als Bild des leuchtenden Punktes nicht einen Lichtpunkt, sondern einen Lichtfleck, und zwar selbst dann, wenn wir einfarbiges Licht anwenden, also jede Farbenzerstreuung ausschliefsen. Der Grund hierfür liegt darin, dafs eben jene unter gewöhnlichen Umständen so stark ausgeprägte Eigenschaft der Lichtstrahlen, ihre Geradlinigkeit

einer genauen Prüfung nicht standhält, vielmehr nur so weit besteht, als sie aus der viel verwickelteren Erscheinung der Lichtbeugung hervorgeht. Am wenigsten ist dies der Fall, wenn Licht durch eine enge Öffnung tritt; wir beobachten dann bekanntlich jene Erscheinung, die bereits um die Mitte des 17. Jahrhunderts den Jesuiten Grimaldi in das äufserste Erstaunen versetzte, nämlich innerhalb des geometrischen Schattens eine Reihe von hellen und dunklen Säumen, die das Bild des Lichtpunktes umgeben. Das Licht breitet sich also durch eine solche Öffnung kegelförmig aus (Fig. 1) mit einer Intensität, die mit der gröfseren Abweichung von der Achse abwechselnd ab- und zunimmt.

Wie sich diese Erscheinung erklärt, und wie insbesondere die Lage der hellen und dunklen Partien aus dem Gangunterschiede der daselbst eintreffenden Lichtstrahlen berechnet werden kann, steht in jedem Physikbuche zu lesen.


Fig. 1.

Eine solche Öffnung kann nun z. B. eine irgendwo im Strahlengange des Mikroskops angebrachte Blende, aber auch der Rand der Objektivlinse selbst sein. Wenn wir trotzdem durch das Objektiv ein ziemlich gutes Bild des leuchtenden Punktes erhalten, so liegt das, wie die Rechnung zeigt, daran, dafs bei wachsendem Durchmesser der Öffnung die Helligkeit in jenem Lichtfleck von der Mitte nach dem Rande sehr schnell abfällt; ein derartig beschaffener Lichtfleck macht aber auf unser Auge den Eindruck eines Lichtpunktes.

Konnte bereits in dem Falle der Abbildung selbstleuchtender Körper den Gesetzen der geometrischen Optik nur eine bedingte und angenäherte Gültigkeit zugesprochen werden, so ist diese Bedingtheit viel gröfser, also die Annäherung geringer bei den nicht selbstleuchtenden Körpern. In diese Klasse von Körpern, die nach dem Abbeschen Ausdruck nur sekundär abgebildet werden, gehören fast alle mikroskopischen Präparate. Sie bestehen aus nebeneinander gelagerten durchsichtigen und undurchsichtigen Teilen, die oft eine so geringe Ausdehnung haben, dafs sie wie die oben erwähnten Beugungsöffnungen oder, bei regelmäfsiger Anordnung, wie die bekannten Beugungsgitter wirken.

Es seien in Fig. 2 O und O_1 zwei Punkte eines solchen Objekts; P P_1 mögen Punkte einer leuchtenden Fläche, etwa einer Flamme sein. Die Linse L vereinigt zwei von P ausgehende Strahlen in P′, und somit gelangen alle von P ausgehenden Strahlen nach diesem Punkte, der das Bild von P ist. Ebenso ist P_1' das Bild von P_1. Ferner ist O′ das Bild von O und O_1' das von O_1; die Ebene dieser beiden Bilder O′ O_1' liegt, wie sich aus den einfachsten Linsengesetzen ergibt, weiter von der Linse ab als die Bildebene P′ P_1'. Im übrigen besteht nach den Regeln der geometrischen Optik kein prinzipieller Unterschied zwischen der Abbildung der selbstleuchtenden und der nur als Lichtgrenze wirkenden Punkte.

Die Beugungstheorie hingegen lehrt, dafs von P aus nicht nur Licht nach P′ gelangt, sondern auch in die Nachbarschaft, und dafs hier helle und dunkle Säume entstehen, deren Verteilung von der Blende O O_1 und der Wellenlänge des benutzten Lichtes abhängt. Bei Anwendung weifsen Lichtes und einer feinen Spalte oder besser noch eines Gitters O O_1 wird sich rechts und links von P′ eine ganze Reihe von Spektren ausbilden. Dasselbe gilt nun für P_1' und überhaupt für die Bilder aller leuchtenden Punkte; jedes dieser Bilder ist von einer Interferenzerscheinung umgeben. Es interferieren jedoch miteinander nur die von einem Punkte P ausgehenden Strahlen. Nur solche Strahlen erfüllen nämlich die Vorbedingung jeder Interferenz „kohärent“ zu sein, d. h. in dem betrachteten Punkte der Bildebene P′ P_1' immer mit gleichem Phasenunterschied einzutreffen. Hingegen können Strahlen, die von P ausgehen, niemals mit den von P_1 ausgehenden interferieren, selbst wenn sie durch Beugung nach demselben Punkte der Ebene P′ P_1' gelangen. Sie sind nicht kohärent, die Lichtschwingungen halten keinerlei bestimmten Takt zueinander, und die Folge ist demnach eine einfache Übereinanderlagerung der von den einzelnen Punkten P P_1 erzeugten Lichterscheinung, also jener Interferenzspektren.

Ganz anders ist das in der Bildebene O′ O_1'. Die von uns gezeichneten, gemäfs den Gesetzen der geometrischen Optik nach einem Punkte des Bildes, z. B. O′ gehenden Strahlen sind untereinander nicht kohärent, kommen vielmehr von verschiedenen leuchtenden Punkten her, können also auch nicht miteinander interferieren. Hingegen können solche Strahlen interferieren, die von einem Punkte P herrühren und sich in einem Punkte der Ebene O′ O_1' lediglich durch Beugung vereinigen; solche Strahlen sind in der Figur nicht verzeichnet, da hier ohnehin nicht der Versuch gemacht

werden soll, die Helligkeitsverteilung in der Bildebene genauer zu diskutieren. Jedenfalls verstehen wir jetzt die Abbesche Bezeichnung „sekundäre" Abbildung; es müssen ja die Strahlen der in der Ebene $P' P_1'$ entstehenden Spektren weiter verfolgt werden bis zu ihrer Zusammensetzung zu einem neuen Bilde.

Dafs die Berechnung dieser Erscheinung auf schwierige mathematische Probleme führt, kann man sich leicht denken. Die Rechnung lehrt nun zunächst, dafs in der Ebene $O' O_1'$ farbige Erscheinungen nicht auftreten; die bei $P' P_1'$ auseinandergebreiteten Farben treten also in solcher Weise wieder zusammen, dafs ein schwarzweifses Bild entsteht (vorausgesetzt natürlich, dafs das Objekt $O O_1$ schwarzweifs war). Dieses Bild ist ein entsprechend der Vergröfserungszahl des Mikroskops vergröfsertes Abbild des Objekts $O O_1$.

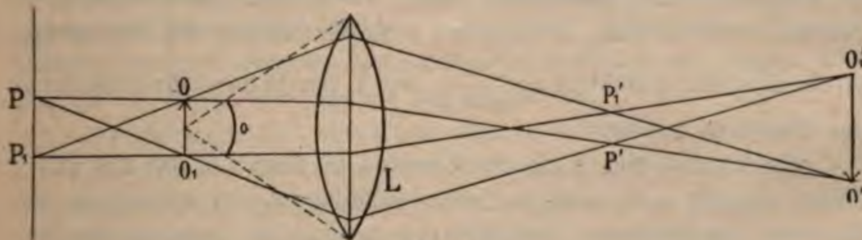


Fig. 2.

Dieses letztere Ergebnis kann uns nur auf den ersten Blick so anmuten, als ob jemand in ebenso naiver wie überflüssiger Weise ein paar hundert Jahre nach der Erfindung des Mikroskops bewiesen hätte, dafs es ein Mikroskop geben kann. Es würde schon an sich nicht unwichtig sein, zu untersuchen, wie weit die Beobachtungen am Mikroskop mit der Wellentheorie in Einklang stehen. Viel wichtiger aber ist es, dafs wir durch die Abbeschen Berechnungen die Voraussetzung kennen lernen, unter der jene vergröfserte Abbildung möglich ist. Sie besteht darin, dafs das Linsensystem grofs genug sein mufs zur Aufnahme möglichst all der verschiedenen durch Beugung in $O O_1$ erzeugten Strahlenkegel, oder, wie man gewöhnlich sagt, aller Beugungsspektren, die $O O_1$ erzeugt.

Je mehr Spektren in das Objektiv gelangen, desto treuer ist die Abbildung; gelangen nicht aufser den in gerader Richtung durchgehenden (ungebeugten) Strahlen wenigstens noch die Strahlen des ersten Beugungsspektrums ins Objektiv, so findet eine getrennte Abbildung von $O O_1$ nicht mehr statt.

Es liegt auf der Hand, daſs ein Objektiv nicht durch seine lineare Dimension, also durch einen groſsen Radius befähigt wird, abgelenkte Strahlenbüschel aufzufangen, sondern durch seinen Öffnungswinkel, d. h. denjenigen Winkel ω (Fig. 2), den die von einem Objektpunkte aus gezogenen Randstrahlen einschlieſsen. Wir können eine einfache Beziehung zwischen diesem Öffnungswinkel und der Gröſse der kleinsten noch trennbaren Distanz $O\ O_1$ aufstellen. Es ist nämlich nach den Gesetzen der Lichtbeugung der Winkel, unter dem die Strahlen des ersten Spektrums vom geraden Wege abgebeugt werden, bestimmt durch die Gleichung $\sin \alpha = \frac{\lambda}{d}$, wo λ die Wellenlänge des benutzten Lichtes, d den Abstand[1]) bedeutet. Soll nun ein unter dem Winkel α abgelenkter Strahl noch aufgefangen werden, so muſs der Winkel ω offenbar doppelt so groſs wie α sein. Wir können also, die obige Gleichung umkehrend, sagen: Es können zwei Punkte noch getrennt werden, wenn ihr Abstand d zu der Öffnung des Mikroskops in der Beziehung steht: $d = \frac{\lambda}{\sin \alpha}$, wo α den halben Öffnungswinkel des Objektivs bedeutet.

Es kommt hier noch ein Umstand in Betracht, der nur angedeutet werden soll, weil er jedem bekannt ist, der einmal ein Mikroskop von stärkerer Vergröſserung benutzt hat, nämlich der Einfluſs des zwischen dem mikroskopischen Präparat und der Vorderfläche des Objektivs befindlichen Mediums. Befindet sich hier Luft, so gilt die obige Formel ohne weiteres. Schaltet man aber ein Medium von dem höheren Brechungsexponenten n ein, z. B. das bei den „Immersionssystemen" meist benutzte Zedernholzöl ($n = 1{,}5$), so ist die wirksame Öffnung in demselben Verhältnis gröſser zu rechnen, weil nach bekannten Brechungsgesetzen ein Lichtkegel, der aus einem Medium in ein anderes übergeht, seinen Öffnungswinkel vergröſsert oder verkleinert, und zwar so, daſs der $\sin \alpha_2 = n \, . \, \sin \alpha_1$ wird. Ohne genauere Begründung sei hier demnach die allgemein gültige Formel für das Auflösungsvermögen des Mikroskops angeführt:

$$d = \frac{\lambda}{n \, . \, \sin \alpha}.$$

Den Nenner dieses Bruches nennt man nach Abbe die numerische Apertur. Je gröſser er ist, oder je kleiner λ gewählt wird,

[1]) Es ist hier eine regelmäſsige Aneinanderreihung mehrerer Streifen vorausgesetzt, wie sie z. B. Diatomeenschalen (Pleurosigma) zeigen, und der Abstand ist von Mitte zu Mitte zweier dunklen Streifen gerechnet.

desto kleinere Objekte kann man noch unterscheiden, desto stärker ist mit anderen Worten das Auflösungsvermögen des Mikroskops.

Die numerische Apertur bestimmt auch die Lichtmenge, die im ganzen in das Objektiv des Mikroskops tritt, und schon aus diesem Grunde würde die Einschaltung einer stärker brechenden Flüssigkeit zwischen Deckglas und Objektiv vorteilhaft sein. Da es aber zumeist nicht schwierig sein wird, eine genügende Helligkeit auch auf andere Weise zu erzielen, so ist als der bei weitem wichtigere Vorteil einer grofsen Apertur jene Steigerung des Aufnahmevermögens für die gebeugten Strahlen anzusehen, deren weitere Folge dann ein gesteigertes Auflösungsvermögen ist. Eine experimentelle Prüfung der Abbeschen Theorie läfst sich durch künstliche Einengung der Apertur mittels eingesetzter Blenden geben. Es gelingt auf diese Weise, den Charakter der Abbildung vollkommen zu ändern, und zwar nicht nur in der vom photographischen Objektiv her bekannten Weise, also in bezug auf die Schärfe, sondern man erhält, je nach der gewählten Blende, ein ganz anderes Bild, z. B. eine Streifung mit doppelt oder dreimal so viel Linien, wie sie das Objekt hat.

Die Firma Zeifs benutzt als stärkste, allerdings nicht sehr bequem anwendbare Immersionsflüssigkeit das Monobromnaphtalin, das den hohen Brechungsexponenten 1,66 besitzt. Da der Winkel α nahe an 90^0 getrieben werden kann und übrigens einem Winkel von nur 72^0 bereits ein Sinus von 0,95 entspricht, so erkennt man, dafs die Apertur Werte von fast 1,6 annehmen kann.

Berechnet man etwa für eine Apertur von diesem Betrage und für die mittlere Wellenlänge des sichtbaren Lichts (Grüngelb, λ = 550 $\mu\mu$) die Gröfse d, welche noch deutlich beobachtet werden kann, so ergibt sich:

$$d = \frac{0,00055}{1,6} = 0,00034 \text{ mm.}$$

Ein von Abbe erkanntes Mittel, diesen Wert noch weiter herabzudrücken, besteht in der Anwendung schiefer Lichtbüschel. Durch diese wird bewirkt, dafs das nicht gebeugte Strahlenbündel an den Rand der Objektivöffnung fällt. Der Winkel α zwischen diesem Büschel und den Strahlen des ersten Beugungsspektrums darf unter diesen Umständen offenbar gleich dem ganzen Öffnungswinkel o (Fig. 2) sein; es darf also für eine gegebene Apertur die Beugung doppelte Gröfse haben, der sie verursachende Spalt doppelt so schmal sein, und wir können deshalb als Grenzwert für d etwa 0,00017 mm nehmen.

Der letzte Schritt ist nunmehr mit der Konstruktion einer mikrophotographischen Einrichtung für ultraviolettes Licht getan. Figur 3 stellt einen schematischen Grundriß der Anordnung dar. J ist ein Induktor, mittels dessen A und B, die Belegungen einer Leydener Flasche, geladen werden. Bei F befinden sich, senkrecht zur Ebene der Zeichnung und deshalb nur durch einen Punkt angedeutet, zwei Metallstäbe, zwischen denen die kräftigen Entladungsfunken der Flasche überspringen. Das Licht dieser Funken wird durch den Kollimator K, eine Linse aus Quarz, parallel gemacht und durch die Quarzprismen P_1 und P_2 zerstreut. Die punktierten Linien mögen die benutzten ultravioletten Strahlen darstellen. Sie werden durch die Linse V vereinigt und treten in das total reflektierende Prisma T ein, welches sie in eine senkrecht zur Ebene der Zeichnung stehende Ebene, nämlich vertikal nach oben wirft. Folgen wir nunmehr der Figur 4, so sehen wir in dieser ganz zu unterst wieder das total reflektierende Prisma, hier mit P bezeichnet, welches die in horizontaler Richtung einfallenden Strahlen lotrecht nach oben durch den ganzen Apparat sendet.

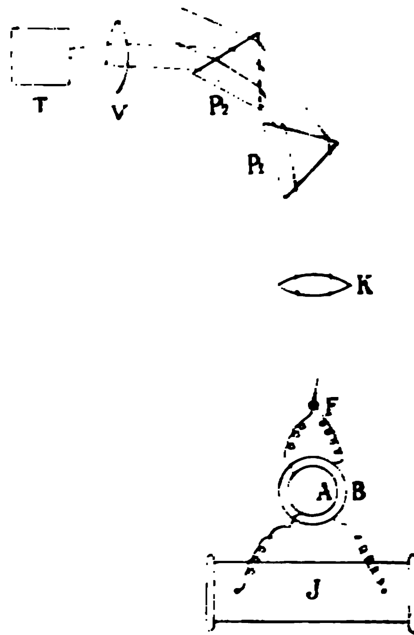


Fig. 3

Es wird sich erübrigen, auf alle Einzelheiten einzugehen. Der wichtigste Teil, nämlich das Mikroskopobjektiv, mufs ebenso wie die zuvor genannten durchsichtigen Körper aus Quarz bestehen und zwar ist hier, um alle Doppelbrechung zu vermeiden, geschmolzener Quarz benutzt. Dieses neue, in der Knallgasflamme hergestellte Material, das seit kurzem wegen seiner ungemeinen Widerstandsfähigkeit gegen schroffe Temperaturänderungen zur Herstellung von Bechergläsern u. dgl. Verwendung fand, zeigt sich also hier als ein vorzüglich homogener optischer Körper, eine schöne Bereicherung unseres Bestandes an optischen Materialien. Glas würde nicht in Frage kommen, da es für Strahlen der genannten Wellenlänge vollkommen undurchlässig ist.

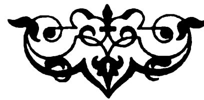
Als Elektroden F (Fig. 3) werden gewöhnlich Cadmiumstäbe benutzt, und es werden aus dem ganzen Strahlenkomplex des Funkens Strahlen ausgesondert, die einer kräftigen Spektrallinie von der Wellenlänge 275 $\mu\mu$ entsprechen. Für derartige Strahlen ist unser Auge blind, und man bedarf deshalb zur Prüfung des Strahlenganges einer Uranglasplatte, die in den Diafragmenträger D (Fig. 4) eingelegt ist, in der Figur jedoch, sowie bei der Aufnahme zur Seite geschlagen ist. Ebenso sehen wir bei E ein eigentümliches Okular, in dem das Bild auf einer Uranglasplatte aufgefangen wird. Die Beobachtung des Fluoreszenzbildes erfolgt in beiden Fällen von der Seite her, unten durch den Spiegel Sp, oben durch die schiefgestellte Lupe des Okulars. Zeigt sich das Objekt in der gewünschten Weise im Okular, so wird letzteres zur Seite gedreht und die Kamera tritt an seine Stelle. Das so mit Hilfe der unsichtbaren Strahlen erzeugte Photogramm zeigt naturgemäſs gröſsere Feinheiten als das Fluoreszenzokular, obwohl dessen Bilder immerhin klarer sind, als man erwartet. Da nur Licht von einer Wellenlänge benutzt wird, brauchen die Linsen des Mikroskops nicht achromatisch zu sein; sie sind „monochromatisch", d. h. in jeder Beziehung nur für die eine Wellenlänge korrigiert. Mit Tageslicht läſst sich somit nur eine vorbereitende Einstellung von geringer Schärfe vornehmen. Übrigens zeigt sich bei dem Vergleiche der Wirkung von Tageslicht mit derjenigen der ultravioletten Strahlen ein starker Unterschied in bezug auf den Kontrast der verschiedenen Teile eines Präparates. Viele organische Präparate, die bei weiſsem Licht keine Färbung zeigen, weisen bei ultraviolettem Lichte starke Unterschiede auf. Man wird also in vielen Fällen die Steigerung solcher Kontraste durch die künstlichen Färbemethoden entbehren können, und das ist insofern ein Vorteil, als die Färbung einen starken Eingriff in das betreffende organische Objekt, in der Regel eine Tötung bedeutet.

Uns interessierte hier jedoch vor allem die Steigerung des Auflösungsvermögens. Nach unserer obigen Formel erhalten wir gegenüber der Wellenlänge 550 $\mu\mu$ jetzt genau die doppelte Auflösung. Allerdings läſst sich das stark brechende Monobromnaphtalin hier nicht anwenden, sondern es wird eine Glyzerinimmersion benutzt. Die Apertur beträgt 1,25, und wir erhalten somit $d = \frac{0{,}000275}{1{,}25} =$ 0,00022 mm. Bei Anwendung schiefer Büschel würde sich ein Wert von 0,00011 mm für den kleinsten Abstand solcher Punkte ergeben, die wir unter Aufwendung aller uns zu Gebote stehenden Hilfsmittel

noch getrennt zur Darstellung bringen können. Dabei ist die stärkste durch die Einrichtung mögliche Vergröfserung 3600, sodafs also jener Abstand im Bilde die Länge von rund 0,4 mm annehmen würde.

In dieser immerhin respektabeln Länge sehen wir also unter diesen Umständen ein Objekt, das in Wirklichkeit nur ein Fünftel so lang ist wie die Wellen gelbgrünen Lichts.

Unsere Ausführungen, die vielleicht dem einen oder anderen Aufschlufs über die eine mikroskopische Vergröfserung bestimmenden Faktoren gegeben haben, können wir demnach unter dem Eindruck abschliefsen, dafs durch diese neue Erfindung die Grenzen des menschlichen Wahrnehmungsvermögens wieder etwas weiter hinausgerückt sind.





Palermo.

Von Dr. **Alexander Rumpelt** in Taormina.

(Schlufs.)

Im Anfang der spanischen Regierung blühte die Kunst in Palermo eine kurze Zeit auf. Freilich — ein trauriges Zeichen — die Frührenaissance drang nicht bis hierher. Aber die Hochrenaissance bildete wenigstens einen recht schmucken Gegenstand in der Vorhalle der Kirche S. Maria della Catena, und schöne Skulpturen schufen verschiedene Glieder der Familie Gaggini, wovon in Palermo die drei Portale von S. Maria della Catena, die Taufbecken im Dom und andere Stücke im Museum Zeugnis ablegen. Auch die Quattro Canti, die reiche Ausschmückung der Kreuzung der beiden Hauptstrafsen vom Jahr 1609, sind noch ein hervorragendes Werk der spanischen Zeit. Wie stolz stehen in den hohen Nischen die vier Könige (Karl V. und Philipp II., III. und IV.) an den vier Eckflächen dieses Platzes, und darüber, wie anmutig die vier Schutzpatroninnen Palermos, die Heiligen Cristina, Ninfa, Agata und Oliva, die aber — auch hierin scheint die Mode zu herrschen — alsbald von der viel mächtigeren hl. Rosalia in der Wertschätzung der Gläubigen verdrängt werden sollten. Diesem Prachtstück fügen sich die Privatpaläste aus derselben Zeit, namentlich in den beiden Hauptstrafsen harmonisch an. Die Fehler der Übergangszeit, überladener Prunk und übermäfsige Verhältnisse, machen sich aber schon in der Fontana Pretoria (1575) und dem ehemaligen Hafentor, der Porta Felice (1582). recht bemerkbar. Und was im 17. und 18. Jahrhundert an Kirchenfassaden und Interieurs geleistet wurde — es waren meist Erneuerungen alter verfallener Kirchen —, widerstrebt trotz aller Pracht in Architektur und Dekoration allzusehr einem geläuterten Geschmack, als dafs man ihnen ein mehr als kulturhistorisches Interesse widmen könnte. Das haben sie aber in hohem Mafs. Wie die Quattro Canti im Mittelpunkt der Hauptstadt der Insel die weltliche Herrschaft zur Geltung bringen, so verkörpern die riesigen Barockkirchen: S. Giuseppe dei Teatini,

S. Cita, S. Domenico, S. Salvatore, S. Caterina Macht und Glanz der Kirche.

Das war die Zeit, da Dominikaner, Augustiner, Franziskaner, Kapuziner zu hunderten hier durch die Strafsen zogen, die Zeit der unzähligen Brüderschaften und täglichen Prozessionen, der Wallfahrten und der — Autodafees. Die Jesuiten richteten sich in dem ehemaligen Palazzo Chiaramonte häuslich ein und hielten hier fröhlich Ketzergericht. Noch jetzt werden daselbst einige der aller Menschenwürde Hohn sprechenden Inquisitionskerker gezeigt. Die Opfer des Fanatismus hatten nicht weit mehr bis zur Hölle oder, wenn sie sich in letzter Stunde bekehrten, zum Fegefeuer. Sie wurden alsbald nach Fällung des Urteils auf dem anliegenden Platz, der Piazza Marina, unter heiligen Gesängen verbrannt.

Etwas so alltägliches waren damals die Hinrichtungen und das Mitleid mit den Verurteilten, namentlich auch mit den armen Räubern und Mördern war damals so rege, dafs sich 1543 eine Brüderschaft, nach ihrer Kleidung i Bianchi, die „Weifsen" genannt, bilden konnte mit dem einzigen Zweck, die Verurteilten auf ihrem letzten Gang zu begleiten, zu trösten und nachher ein feierliches Requiem für ihre Seelen zu halten. Sogar angesehene Bürger und Adelige traten dieser verdienstlichen Bruderschaft bei. Jeden Sonnabend gingen die „Weifsen" in der ganzen Stadt Almosen betteln, um für die Seelen der Hingerichteten Messen lesen zu lassen.

Aufser dem religiösen Fanatismus brachten die Spanier den Hochmut des Kastilianers mit und vergifteten damit nicht minder die sizilianische Volksseele. Ende des 16. Jahrhunderts wurden in Palermo mehrere tausend Adelige gezählt. Es waren wohl zum Teil aus Spanien eingewanderte, aber vielfach auch reiche Sizilianer, die Wappen und Titel bar bezahlt hatten. „Verkauft, was sich verkaufen läfst!" lautete die Weisung aus Madrid. Und alsbald schossen neue Fürsten, Grafen, Herzöge und Marchesen wie die Pilze aus der Erde. Mit grofser Verachtung sahen die alten Barone, die ihren Adel aus der Normannenzeit herleiteten, auf diese neubackenen Edelinge, meist Bankiers und Kaufleute, herab.

Aber die Eitelkeit gab auf die Dauer nicht genug Regen, um die grofse Staatszisterne zu füllen, deren Bestand unzählige Pumpen immer wieder leerten. So wurden Steuern und Abgaben immer mehr erhöht, aufserordentliche Sammlungen unter allen möglichen Vorwänden veranstaltet und mit merkwürdiger Regelmäfsigkeit Ehrengeschenke an den König, an den Statthalter und andere würdige Per-

sonen — nicht freiwillig gegeben, sondern einfach verlangt. Dem kleinen Mann blieb trotz der sauersten Mühe kaum das tägliche Brot, an Ersparnisse war nicht zu denken. Kein Wunder, dafs die Kirche grofsen Zulauf hatte und wer nur konnte, sich in den Schatten eines Klosterhofs begab. Wer Mönch wurde, brauchte blofs noch zu beten und liefs die anderen für sich arbeiten.

Eine weitere Folge der allgemeinen Verarmung war das erneute Aufblühen des Räuberwesens. Wer auch nur ein kleines Stück Land



Quattro Canti.

besafs, das der Grofsgrundbesitz noch nicht an sich gerafft hatte, wagte sich nicht hinaus, falls der Besitz nicht in unmittelbarer Nähe der Stadt lag. Die sichersten Schlupfwinkel der Räuber waren von jeher die grofsen Wälder, die den Monte Pellegrino z. B. noch im 16. Jahrhundert bedeckten. Wenn wir jetzt die traurige Entwaldung Siziliens und Unteritaliens beklagen, müssen wir uns gegenwärtig halten, dafs ein Hauptgrund für ihre Ausrottung zwei Landplagen waren, die die dichten Wälder grofszogen, die Wölfe und die Räuber.

Die Spanier verloren die Insel durch den spanischen Erbfolgekrieg, und nach einer kurzen österreichischen Herrschaft folgten die Neapeler Bourbonen. Mit Ausnahme des tüchtigen ersten Königs

Karls III. setzten sie das spanische System fort, d. h. sie vernachlässigten die Insel und suchten nur möglichst viel Vorteil aus ihr zu schlagen. Nur durch die verhafsten Franzosen gezwungen, nahm der schläfrige, bigotte Ferdinand IV. von 1799—1802 und dann wieder von 1806—1814 in Palermo seine Residenz, während in seiner Hauptstadt Neapel zuerst Josef, der Bruder Napoleons, und dann Joachim Murat regierten.

In dieser Zeit trat Palermo wieder in den Vordergrund. Von hier gingen die ersten Versuche aus, nach englischem Vorbild eine Konstitution einzuführen, die freilich keinen dauernden Erfolg hatten, dank der Reaktion, der ganz Europa nach 1815 verfiel, im allgemeinen und dank dem Wankelmut des eidbrüchigen Bourbonen im besonderen. Er hob die 1812 beschworene Verfassung Siziliens wieder auf, als das Napoleonische Unwetter sich verzogen hatte und der trübe Stern Metternichs der Führer von Europas gekrönten Häuptern wurde. Aber bedeutsam sind diese Jahre für Palermo, nicht etwa deswegen, weil wieder einmal nach vielen hunderten von Jahren in der alten Königstadt Hof gehalten wurde. Es war ein trauriger Hof. Ferdinand IV. und seine Gemahlin Maria Karolina von Österreich lebten hier mehr als Privatleute und meist aufserhalb der Stadt, teils in der chinesischen Villa Favorita, teils in der Bagheria, in den Villen des Palermitaner Adels. Und Ferdinand IV. war ganz in der Hand der englischen Admirale, der eigentlichen Beherrscher Siziliens, gegen die die üppige, ränkesüchtige Maria Karolina beständig intrigierte. Nein, bedeutsam ist diese Zeit für Palermo, weil damals hier nach jahrhundertelangem Schlaf der bessere Genius des Volkes wieder erwachte, das sizilianische Nationalgefühl. Während das edle Königspaar die neapolitanischen Orgien — ich nenne nur die Namen Nelson und Lady Hamilton — in Palermo mit einem sittenlosen Adel fortsetzte, drangen die freiheitlichen Ideen der französischen Revolution auf die ferne Insel, und der Same trieb in Palermo seine ersten schüchternen Blüten.

1820, 1848, 1860: Revolutionen der Palermitaner gegen die Bourbonen. Man begegnet den Erinnerungen an die Befreiungskämpfe in verschiedenen Gegenden der Stadt. Denktafeln an den Mauern mit Namen von Gefallenen und Hingerichteten, Büsten und Statuen in den öffentlichen Gärten. Die hervorragendsten Bildwerke sind Ruggero Settimo, das Haupt der provisorischen Regierung 1847—49, vor dem Politeama-Theater und Garibaldi, hoch zu Rofs mit dem Degen auf Palermo weisend, vor dem englischen Garten. Eine Steinpyramide

mit schwarzem Stern auf dem „Platz der Opfer“ hat der Magistrat zum Andenken an die dreizehn Verschworenen errichtet, die im Strafsenkampf des 4. April 1860 gefangen gonommen und dann auf diesem Platz standrechtlich erschossen wurden. Sechs Wochen später stürmte Garibaldi von den östlichen Höhen her mit seinen „Tausend“ die Stadt. Zur Erinnerung ragt weithin sichtbar auf dem Pafs des Gibilrossa eine grofse Pyramide. Das seltsamste Denkmal an diese Stürme aber ist das „vecchio Palermo“, der Genius von Palermo auf dem „Revolutionsplatz“: ein dürftiges Männchen mit kläglichem Gesichtsausdruck in halb hockender Stellung mit einer Krone auf dem Kopfe. Dieses uralte Wahrzeichen ist also eigentlich eine offenkundige Verhöhnung des monarchischen Gedankens, und da der traurige kleine König seit altersher gerade auf dem Platze stand, wo die Kämpfe der Revolutionen von 1820 und 1847—49 besonders heftig wüteten, liefs der General Filangeri, als er 1849 mit seinen Neapolitanern und Schweizern die Ordnung wieder herstellte, dieses Idol der Freiheitsschwärmer von seinem Sockel herunternehmen und in einem Magazin verstecken, woraus das steinerne Männlein erst 1860 durch Garibaldi befreit wurde, der es wieder auf seinen alten Thron setzte.

Es war natürlich, dafs man bei diesen Aufständen alles, was an die Bourbonen erinnerte, vernichtete. Kein Denkmal steht mehr, weder in Palermo noch auf der ganzen Insel, das uns an die verhafste Fürstenfamilie gemahnte, die doch über hundert Jahre hier geherrscht hat. Ihre Wappen, selbst ihre Namen hat man überall ausgetilgt und dabei nur zwei bescheidene Denksteine vergessen, die in der östlichen Fortsetzung des „Foro Italico“ Kunde geben, dafs Ferdinand IV. Ende des 18. Jahrhunderts diese schöne Strandpromenade schuf und die hier ansetzende Chaussee nach Termini baute, die einzige Landstrafse, die bis tief ins 19. Jahrhundert hinein auf ganz Sizilien zu finden war.

Und heute? Es läfst sich nicht wegdisputieren: die neue Regierung hat sich in Palermo nicht beliebt zu machen gewufst. Was die Sizilianer erstrebt hatten, war weniger die „Italia una“ Cavours gewesen, als das Ideal der „giovane Italia“ Mazzinis, d. h. eine Republik oder allenfalls ein besonderes Königreich Sizilien in einem grofsen italienischen Bundesstaat. „Die Mafia, diese Zuflucht aller Unzufriedenen, blieb bestehen, und wie ihre Anhänger, die picciotti, bei den früheren Revolutionen kräftig mitgewirkt hatten, so war der Aufstand von 1866 in der Hauptsache ihr Werk. Auch wirklich tüchtige und ehrenhafte Präfekten, die dann folgten, waren machtlos. Auf der

einen Seite der Hafs und das Mifstrauen der Massen, auf der anderen bei den führenden Klassen stumpfe Trägheit und der den Romanen eigene Mangel an Uneigennützigkeit und Gemeinsinn. Dann kamen als Staathalter Generale, z. B. der berüchtigte Medici. Die konnten, wo der bürgerliche Organismus von Grund aus unterwühlt war, mit Bajonetten und Kanonen erst recht nichts ausrichten. Noch heute halten es viele Grundeigentümer in und um Palermo lieber mit der Mafia als mit der Regierung und zahlen, um Leben und Eigentum zu



Palermo. Englischer Garten.

sichern, einen jährlichen Tribut an den Briganten Candino" (Colajanni). Das erinnert allerdings noch sehr an die Zeiten der Bourbonen, die bis 1829 einen ähnlichen Tribut an einen anderen Räuber zahlten, nämlich jährlich 24000 Piaster an den Bey von Algier, wogegen sich der Muselmann verpflichtete, das Königreich beider Sizilien in Ruhe zu lassen, weder zu plündern, noch Menschen zu rauben, noch Schiffe zu kapern!

Es wäre aber gegen die Wahrheit, wollte man den gewaltigen Aufschwung leugnen, den Palermo unter der Herrschaft der Savoyer genommen hat. Seine Bewohnerzahl hat jetzt das dritte Hunderttausend überschritten. Ein grofser Wohlstand offenbart sich in statt-

lichen Palästen, in ansehnlichen Bürgerhäusern und Villen. Lange Zeit besafs Messina, die uralte Nebenbuhlerin Palermos, das gröfste sizilianische Theater. Dieser Ruhm hat die Palermitaner nicht schlafen lassen. Sie rissen eine Menge alter Baracken und Klöster weg und setzten das imposante Teatro Massimo hin. Dafs der Bau ungefähr zwanzig Jahre in Anspruch nahm, auch einmal, weil die Gelder ausgegangen waren, etwa fünf Jahre unterbrochen wurde, störte einen löblichen Magistrat ebensowenig wie die Sorge, ob und



Palermo. Botanischer Garten.

wann der kolossale Bau bis auf die letzte Lira bezahlt sein wird: Palermo hat jetzt das gröfste Theater.

Die Quellen seines Reichtums sind das unerschöpflich fruchtbare Hinterland, das Messina gänzlich fehlt, und der rege Handel zur See, nur in geringem Mafse die Industrie. Grofse Fabriken sucht man bis jetzt vergebens, mit einer Ausnahme, der Schiffswerft des genialen Unternehmers Florio. Mitte April 1904 konnte er als erstes Meisterstück den 6000 Tonnen-Dampfer „Caprera" auslaufen lassen. Und derselbe Florio, der bekanntlich in der Navigazione Generale Italiana den Löwenanteil an der ganzen italienischen Schiffahrt in seinen Händen hält, hat mit untrüglichem Scharfblick auch die Bedeutung

Palermos als Fremdenstadt erkannt; erkannt, dafs Sizilien bei Globetrottern, überhaupt Vergnügungsreisenden aller Art mehr und mehr „Mode wird“. Hoch über wilden Klippen am Strande, unter den Abstürzen des Monte Pellegrino steht sein Riesenhotel „Villa Igiea“ mit prachtvollem Park, ganz dazu angetan, den Wettbewerb mit ähnlichen Anstalten Ägyptens und der Riviera aufzunehmen.

Der Palermitaner ist stolz auf seine Stadt, und er hat alle Ursache es zu sein. Es gibt auf dem Erdenrund wenige Städte von so eigentümlichem Reiz. Zunächst seine Lage am Rande einer reichen Küstenebene und am Mittelpunkt einer weiten Meeresbucht, die zu beiden Seiten interessante Bergformationen kulissenartig abschliefsen, ohne dafs durch Inseln der Meereshorizont unterbrochen wird, wie das in Neapel durch Capri geschieht. So darf der Blick in unermefsliche Fernen schweifen, die Seele wird von dem seltsamen Gefühl der Unendlichkeit erfüllt. Nur eines fehlt: der mächtige Flufs. Der Oreto ist kaum gröfser als ein deutscher Mühlenbach. Diesen Mangel hat Palermo mit allen süditalienischen Städten gemein.

Abgesehen hiervon ist aber genug Charakteristisches in dieser Stadt. Wie wesenlos erscheinen dagegen z. B. Genua und Livorno, auch bedeutende Hafen- und Handelsstädte. Palermo übt — auf mich wenigstens — eine ähnliche Anziehungskraft aus, wie Venedig und Florenz, natürlich in ganz anderer Weise. Venedig ist die abgedankte Königin der Meere, Florenz noch heute die entthronte Fürstin der Renaissance, beide gleichsam riesige Statuen, die verklungene Zeitalter verkörpern. Sie leben nicht mehr, aber wir sehen sie noch. Vielleicht schlafen sie auch nur in edlem Starrkrampf seit langen, langen Jahren, wie Schneewittchen im Glassarg. Zu ihnen gesellt sich Palermo. Ich möchte es einer Odaliske in europäischem Gewande vergleichen. Man kann es nicht vergessen, dafs Palermo einst Mittelpunkt der karthagischen und später der Sarazenenherrschaft auf Sizilien war. Wenn auch die Spuren jener ganz, dieser zum grofsen Teil verwischt sind, so hat doch das afrikanische Element hier unaustilgbar Fufs gefafst im Charakter der Stadt wie ihrer Bewohner. Bei der allabendlichen Wagenfahrt, dem Korso auf dem Foro Italico, mehr noch bei Galavorstellungen in den Theatern ist es ein seltener Genufs, die ganz arabisch geschnittenen Profile der Palermitaner Schönheiten zu betrachten.

Ins Morgenland versetzt einen auch die Natur. In den öffentlichen Gärten gedeihen Palmen aller Art, Platanen, Araukarien, Zedern,

Pfefferbäume, Kakteen und Agaven zu wunderbarer Gröfse und Schönheit. Die Banane entsendet aus runden Rasenbeeten ihre Blätterriesen, schlanke Papyruswedel steigen aus Tümpeln auf. Künstlich niedergehaltener Kirschlorbeer aus hundertjährigen Stämmen überschattet in langen Laubgängen die Wege. Hier blühen Rosen, Lilien, Margeriten, Geranien den ganzen Winter. Den Preis möchte ich dem kleinen Giardino Garibaldi geben. Er nimmt den einstigen Platz der Inquisition und der Autodafees ein. Früher ein Ort des Schreckens, ladet er jetzt mit seinen wundervollen Dattelpalmen und Magnolien aus dem Lärm der Strafse zum Besinnen und Träumen ein. Aber man denkt hier an ganz andere Dinge als an jene heiligen Vampyre des Menschengeschlechts. Die Büsten der Helden aus den Befreiungskämpfen schauen aus dem immergrünen Dickicht: man zollt den Toten Bewunderung und Dank. Der kobaltblaue Himmel leuchtet durch die hohen Palmenkronen, die der Seewind leise fächelt: man geniefst die Wonne, an einem erlesenen Punkt der Erde zu weilen, und schlürft in langen Zügen das Glück der Gegenwart.

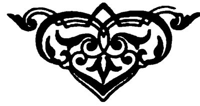
Schweift der Geist doch beinahe unwillkürlich wieder in die Vergangenheit, ist es doch das Palermo vor 800, vor 1000 Jahren, seine Glanzzeit unter Normannen und Arabern, die gar zu gern der Phantasie ihre gaukelnden Bilder vormalt. Und ein Gefühl der Trauer und Wehmut stellt sich ein: dieses Palermo ist doch am Ende nicht das vom Schicksal gewollte? Natur und Mensch sind hier doch nicht in voller Harmonie!

So oft ich von dem Pinienhain des Klosters S. Maria di Gesù oder von den Höhen des Monte Pellegrino die Stadt betrachtete, kam mir die Frage: warum stehen da statt der Kirchtürme nicht Minaretts? Oder wenigstens nicht ebenso viele Minaretts wie Kirchtürme? Und wie würden Kuppeln wirken, die aus diesem Häusermeer aufragten, nicht solche, wie die Jesuiten dem sarazenischen Dom eine aufsetzten, der ich recht bald ein Erdbeben wünsche, das sie vom Dach herunterschmettert, sondern maurische Kuppeln im Stil von S. Giovanni degli Eremiti. Und statt des Ave Maria-Läutens sollten von jenen Minaretts die Muezzin bei sinkender Sonne ihr Allah il Allah in die Strafsen hinunter rufen, diesen einfach-würdigen, Weisen wie Toren verständlichen Gottesgrufs.

Wenn ich dann den Cassaro hinaufging, hätte ich gern die Souks des Araberviertels von Tunis hier gesehen; die wären hier viel „stilvoller“ als die europäischen Läden und Magazine. Recht schmerzlich vermifste ich auch die tausend öffentlichen Bäder, welche einst

die vom Schirokko ausgedörrte, in der Backofenhitze bratende Menschheit hier mit kühlem Geriesel erquickten. Und bedächtig sollten durch die Gassen in langen Seidengewändern beturbante Männer schreiten und verschleierte Frauen auf buntgeschirrten Zeltern reiten . . . . .

Aber das sind so Privatansichten und höchstpersönliche Wünsche, die ich vielleicht besser für mich behalten hätte.





Die Ausnützung der Brennstoffe in den heutigen Wärmekraftmaschinen.

Von Dipl.-Ing. **Karl Steurer**, k. Reallehrer in Ansbach.

(Schlufs.)

Unter den flüssigen Brennstoffen, die für die Erzeugung mechanischer Energie verwendet werden, ist in erster Linie das Rohpetroleum und seine Destillationsprodukte zu nennen.

Hinsichtlich der Entstehung des Rohpetroleums glauben manche Forscher, in ihm ein Produkt trockener Destillation von Pflanzenstoffen sehen zu müssen. Nach neueren Untersuchungen erscheint es als wahrscheinlicher, dafs der Bildung von Rohpetroleum tierische Reste zugrunde liegen. Aus der Tatsache, dafs an den Petroleumfundorten häufig Salzlager vorhanden sind, die aus verschwundenen Meeren stammen können, schliefst man auf gewaltige Anhäufungen von Meerestieren, welche beim Zurückweichen des Wassers an tieferen Stellen zusammengedrängt und bei geologischen Umwälzungen eingeschlossen wurden. Bei dem auftretenden hohen Druck mag die Destillation der tierischen Stoffe erfolgt sein, deren örtliche Anhäufungen zur Bildung der Erdölquellen von solcher Ergiebigkeit gedient haben, wie wir sie in Pennsylvanien, in Kanada, am kaspischen Meere finden.

Die direkte Verwendung des Rohpetroleums als Brennstoff kommt nur dort in Betracht, wo dasselbe mit anderen Heizmaterialien wettbewerbfähig ist, also in der Nähe seiner Hauptfundorte. So sind z. B. die Dampfschiffe, welche das kaspische Meer und die Wolga befahren, und die Lokomotiven in Pennsylvanien vielfach mit Erdölfeuerungen versehen.

Ausschlaggebend für die Bedeutung des Rohpetroleums sind aber seine Destillationsprodukte. Denn erst, als man vor $4^1/_2$ Jahrzehnten begann, das schon seit den ältesten Zeiten bekannte Petroleum in grofsem Mafsstabe zu gewinnen, und als man gelernt

hatte, aus dem Rohöl einen brauchbaren Leuchtstoff zu destillieren, entstand mit beispielloser Raschheit die eigentliche Petroleumindustrie. Man erhält, wenn man Rohpetroleum erhitzt und die gebildeten Dämpfe der Reihe nach auffängt und wieder verflüssigt, drei Gruppen von Destillationsprodukten, nämlich die bis 150° Cels. übergehenden leichtflüchtigen Stoffe, deren wichtigster das Benzin ist, sodann zwischen 150° und 270° das Lampenpetroleum, endlich über 270° Cels. schwerflüchtige Mineralöle und Teer.

Von diesen Petroleumdestillaten dienen nun zur Krafterzeugung die leicht- und mittelflüchtigen Stoffe, also die Benzine und Leuchtöle. Während aber die Benzine schon bei gewöhnlicher Temperatur mit der Luft leicht entzündliche Explosionsgemische bilden, woraus sich ihre hohe Feuergefährlichkeit ergibt, mufs man die Leuchtöle stark erwärmen, um explosible Gemische zu erhalten. In dieser Verschiedenheit der beiden Brennstoffe sind die Konstruktionsunterschiede der Benzin- und Petroleum-Motoren begründet.

Diese Kraftmaschinen haben eine erst 40jährige Entwicklungsgeschichte hinter sich. Der erste brauchbare Benzinmotor wurde 1873 auf den Markt gebracht, und zwar unter dem Namen Petroleummotor. Nachdem das Petroleum seit den sechziger Jahren mit einer in der Kulturgeschichte wohl einzig dastehenden Schnelligkeit weiteste Verbreitung als Beleuchtungsmittel erlangt hatte, war man bemüht, dieses Petroleum auch der Krafterzeugung dienstbar zu machen. Man versuchte die Konstruktion von Petroleummotoren und mufste sie dann mit Benzin betreiben, weil man damals noch nicht die Schwierigkeiten zu überwinden verstand, die sich bei Verwendung des Lampenpetroleums ergaben. Erst Ende der achtziger Jahre kamen Petroleummotoren, die wirklich mit Lampenöl betrieben wurden, in den Handel, und seitdem hat sich zum Unterschiede davon der Name Benzinmotor immer mehr eingebürgert. Obwohl das Benzin sich als Betriebsmittel für Motoren vortrefflich eignet, weil wegen seiner leichten Verdunstbarkeit die Bildung des explosionsfähigen Ladungsgemisches im Maschinenzylinder einfach zu bewirken ist, so gab jedoch seine grofse Feuergefährlichkeit den Anlafs, das weit ungefährlichere Petroleum zur Krafterzeugung zu verwenden, wenn auch unter Inkaufnahme anderer Nachteile.

Bezüglich der Brennstoffausnützung in gewöhnlichen Benzin- und Petroleummaschinen erhielt man als günstigste Ergebnisse, dafs vom theoretischen Heizwert des Benzins über 20 % und vom Heizwert des Petroleums gegen 18 % in Nutzarbeit umge-

wandelt werden konnten; dabei handelt es sich um verhältnismäfsig kleine Leistungen, für welche die entsprechenden Dampfmaschinen nur wenige Prozente der Brennstoffwärme auszunützen vermögen.

Aber wie man bei den Dampfmaschinen aufs eifrigste bemüht ist, den Nutzeffekt noch zu steigern, so hat auf dem Gebiete der Benzin- und Petroleummotoren das gleiche Bestreben in neuerer Zeit äufserst günstige Erfolge aufzuweisen. Besondere Verdienste in dieser Hinsicht haben sich Ingenieur Diesel in München und Professor Banki in Budapest erworben. Beide sind bei ihren Konstruktionen von dem Gedanken geleitet worden, innerhalb des Maschinenzylinders vor der Entzündung des Verbrennungsgemisches eine möglichst hohe Kompression herzustellen. Denn je höher die Verdichtung des Gemisches aus Benzin und Luft oder aus Petroleum und Luft getrieben werden kann, desto gröfser ist die Wärmeausnützung. Bei starker Kompression dieser Gemische treten aber bedeutende Erhitzungen ein, die in den älteren Motoren Anlafs zu verfrühten Zündungen und heftigen Explosionsstöfsen gaben. Diese unerwünschten Wirkungen hat man z. B. bei einem gewöhnlichen Benzinmotor schon zu befürchten, wenn die Kompression über 5 atm getrieben wird.

Die von Banki getroffene Verbesserung besteht darin, dafs aufser dem Benzin-Luft-Gemisch gleichzeitig zerstäubtes Wasser in den Maschinenzylinder eingeführt wird. Diese Wassereinspritzung in den Zylinder wurde zwar schon lange vor Banki angewendet, aber zu ganz anderem Zwecke und ohne besonderen Erfolg. Banki wollte durch den eingeführten Wasserstaub eine Kühlung während der Kompression bewirken, nämlich die entstehende Kompressionswärme vom Wasserstaub aufnehmen lassen und dadurch das ganze Gemisch unter der Entzündungstemperatur halten. Durch die nun mögliche Steigerung der Kompression bis 30 atm konnte Banki die Brennstoffausnützung in den Benzinmotoren von 20 auf 30 % erhöhen.

Einen ganz anderen Weg als Banki schlug Diesel, um hohe Kompressionen zu ermöglichen, in seiner vielgenannten Erfindung ein. Gestützt auf ein ernstes Studium der mechanischen Wärmetheorie, brachte Diesel in seinem Motor mit bewunderungswürdiger Kühnheit und Ausdauer ganz neue Gedanken zur Verwirklichung. Der Diesel-Motor, von seinem Erfinder für feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe geplant, wurde bis jetzt nur als Petroleummaschine ausgeführt. Um Frühzündungen des Brennstoffes infolge der hohen Kompressionstemperaturen zu vermeiden, verdichtet Diesel

die Luft, die bei anderen Motoren gleichzeitig mit dem Brennstoffe in den Zylinder eingeführt wird, für sich allein auf 30 bis 35 atm. In diese stark geprefste und daher hoch überhitzte Luft wird nun erst das Petroleum eingespritzt, das ohne jeden Zündapparat sofort verbrennt und zwar so gründlich und mit einer so grofsen Sicherheit wie bei keiner anderen Petroleummaschine. Mit dem Diesel-Motor ist die beste Brennstoffausnützung unter allen Wärmekraftmaschinen erreicht worden, nämlich 35 %, vom Heizwert des Petroleums.

Den zur Krafterzeugung verwendeten flüssigen Kohlenwasserstoffen (Benzin, Petroleum usw.) ist seit wenigen Jahren der Spiritus an die Seite getreten. Der Verwertung dieses Brennstoffes für Beleuchtungs- und Kraftzwecke wird in neuester Zeit besonderes Interesse entgegengebracht, weil ein ausgedehnter Verbrauch für die Landwirtschaft wichtig ist. Bietet sich doch hier Gelegenheit, den Gegensatz zwischen Landwirtschaft und Industrie einigermafsen zu mildern und zur Hebung der Landwirtschaft beizutragen durch Produktion eines Kraftträgers, der ihr selbst wieder zugute kommen kann. Aufserdem wäre ein weitgehender Ersatz des Petroleums durch Spiritus auch vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus von gröfster Bedeutung, indem ein Teil des etwa 200 Millionen Mark betragenden Kapitals, welches in Deutschland jährlich für Petroleum ins Ausland wandert, dem Reiche erhalten bleiben könnte.

Für die Erzeugung von Spiritus kommt in Deutschland und Österreich fast ausschliefslich die Kartoffel in Betracht; in Frankreich hat als Rohmaterial auch die Zuckerrübe grofse Bedeutung erlangt. Bei den zur Spiritusgewinnung dienenden Kartoffeln, deren Ernteergebnisse durch neu gezüchtete Sorten und bessere Kulturen gegenwärtig immer mehr steigen, ist der Gehalt an Stärke, einem Hauptbestandteil aller Pflanzen, besonders wichtig. Mittels chemisch-technologischer Prozesse wird diese Stärke in gewisse Zuckerarten umgewandelt, aus welchen durch Gärung Alkohol entsteht, der nach seiner Verdünnung mit Wasser und weiterer Reinigung den Spiritus liefert. In ihm erblicken wir also nicht einen Brennstoff, der im Inneren der Erdrinde seit Urzeiten verborgen lag und ihm fort und fort abgerungen und in unserem „Zeitalter der Verbrennung" unersetzbar verbraucht wird, sondern einen Energieträger, dessen Rohstoffe menschlicher Fleifs Jahr für Jahr anbauen kann, solange Sonnenschein und Regen die Früchte der Erde gedeihen lassen.

Einen besonderen Aufschwung nahm die Anwendung des Spiri-

tusmotors in den allerletzten Jahren, nachdem verschiedene Regierungen sowie landwirtschaftliche und technische Kreise ihm ungewöhnliche Beachtung schenkten und durch Preisausschreiben und Ausstellungen einen eifrigen Wettbewerb unter hervorragenden Firmen anregten. Der Betrieb eines Benzin- oder Petroleummotors mit Spiritus bietet an sich ja keine Schwierigkeiten. Spiritus besitzt den grofsen Vorteil, weit stärkere Verdichtungen zuzulassen, ohne dafs Selbstentzündungen eintreten; dem Benzin gegenüber ist seine geringe Feuergefährlichkeit und im Vergleich zum Petroleum der Wegfall einer Maschinenverschmutzung hervorzuheben. Hinderlich war beim Spiritus für eine weitere Verwendung zu motorischen Zwecken der geringere Heizwert und, damit zusammenhängend, der höhere Preis der erzeugten Wärme und Arbeit. Bei den gegenwärtigen Preisen kostet eine bestimmte Wärmemenge, wenn sie aus Spiritus erzeugt wird, mehr wie anderthalbmal so viel als bei ihrer Gewinnung aus Benzin oder Petroleum.

Die gröfseren Brennstoffkosten bei den Spiritusmotoren konnten nur dadurch wettgemacht werden, dafs die Ausnützung der im Spiritus enthaltenen Wärmeenergie weit günstiger gestaltet wurde, als es die Energieumwandlung bei Verwendung von Benzin und Petroleum sein konnte. Als äufserst günstiges Ergebnis der darauf abzielenden Konstruktionen ist zu verzeichnen, dafs die beste Ausnützung der Brennstoffwärme in Spiritusmotoren 32 % des Heizwertes beträgt, also nur noch von Diesels Petroleummotor mit 35 % übertroffen wird. Dieser bisher erreichte günstigste thermische Wirkungsgrad der Spiritusmotoren (32 % oder 0,32) ist also über $1\frac{1}{2}$ mal so grofs als bei Benzinmotoren (0,20), etwa $1\frac{3}{4}$ mal so hoch als bei gewöhnlichen Petroleummotoren (0,18) und ungefähr doppelt so gut als bei den besten Dampfmaschinen. Die vorteilhaftere Umwandlung der Spirituswärme in mechanische Energie gleicht die höheren Brennstoffkosten derartig aus, dafs in wirtschaftlicher Hinsicht Spiritus-, Benzin- und Petroleummaschinen ziemlich gleichwertig sind.

* * *

Wenden wir uns schliefslich den gasförmigen Brennstoffen zu, deren Wärmeinhalt durch Motoren in mechanische Arbeit umgewandelt wird, so sind als die weitaus wichtigsten jene Gase zu nennen, bei deren Entstehung die Kohlen den Ausgangsstoff bilden.

Zuerst war es das Leuchtgas, das für den Betrieb von Kraftmaschinen Bedeutung erlangte. Dieses Gas, mit dem der Engländer Murdock 1792 zum erstenmal ein Haus beleuchtete, wird bekanntlich in den Gasfabriken durch trockene Destillation geeigneter Steinkohlen gewonnen, d. h. durch Erhitzen der Kohlen in feuerfesten und luftdicht abgeschlossenen Retorten. Während die Kohlen sich allmählich in Koks verwandeln, werden die entstandenen Gase und Dämpfe aus den Retorten abgeleitet und das Hauptprodukt unter ihnen, das Leuchtgas, wird von Teer, Ammoniak und Schwefelwasserstoff befreit. Dieses gereinigte Gas kann, wie für die Beleuchtung, so auch für Kraftzwecke ohne weiteres verwendet werden.

Den ersten betriebsfähigen Leuchtgasmotor hat im Jahre 1860 der Franzose Lenoir hergestellt. Seine Maschine erregte damals grofses Aufsehen und wurde viel gekauft. Aber bald sah man ein, dafs der Verbrauch an Gas und Schmieröl viel zu grofs war, um der Gasmaschine eine längere Lebensdauer zu sichern. Doch schon 7 Jahre später trat die Deutzer Firma Otto und Langen mit einer ganz neuen Konstruktion an die Öffentlichkeit, bei der der Gasverbrauch nur mehr den 4. Teil von demjenigen der Lenoir-Maschine betrug; allein auch diese sonst für das Kleingewerbe vorteilhafte Betriebsmaschine besafs einen grofsen Übelstand in dem störenden Geräusch, mit dem sie arbeitete. Da überraschte im Jahre 1876 der Mitbegründer der Deutzer Gasmotorenfabrik, Otto, deren bisherige Bauart der Gasmaschine ganz verwerfend, die technische Welt mit seiner vorzüglichen Konstruktion des Viertaktmotors, welche in bezug auf Einfachheit und Zweckmäfsigkeit unübertroffen blieb und seitdem bei vielen Hunderttausenden von Explosionsmotoren aller Art Anwendung fand.

Die Wirkungsweise des Ottoschen Viertaktmotors besteht darin, dafs der hin- und herlaufende Kolben bei einem Vorwärtsgang hinter sich ein Gemisch von Luft und Brennstoff ansaugt, beim darauffolgenden Rückgang komprimiert, und dafs nun im Augenblick der Kolbenumkehr die Entzündung des Explosionsgemisches bewirkt wird. Infolge der hohen Temperatur und Drucksteigerung treiben die sich ausdehnenden Verbrennungsgase den Kolben wieder vorwärts, um endlich beim folgenden Kolbenrücklauf aus dem Zylinder ausgepufft zu werden. Diese Vorgänge, die sich stets in gleicher Weise wiederholen, brauchen zu ihrer Ausführung vier Kolbenbewegungen (2 Vor- und 2 Rückläufe), daher die Bezeichnung „Viertakt“. Mit der ergänzenden Benennung „einfach wirkend“ ist ausgesprochen, dafs eine und dieselbe Kolbenseite es ist, die nacheinander das An-

saugen, Komprimieren, Getriebenwerden und Auspuffen vermittelt. In solchen einfach wirkenden Viertaktmotoren kann das Leuchtgas 25 bis 30 % seines Heizwertes als mechanische Energie liefern. Allein der Preis des Leuchtgases ist so hoch, dafs trotz seiner besseren Ausnützung die daraus erzeugte Wärme wesentlich teurer kommt als die bei Dampfmaschinen verfügbare Wärme. Gasmaschinen waren daher nur für kleine Leistungen brauchbar und mufsten den gröfseren Dampfmaschinen gegenüber so lange im Nachteil bleiben, als man auf die Verwendung des Leuchtgases beschränkt war.

Das Bestreben, die Gasmaschinen durch Verwendung eines billigeren Gases für gröfsere Kraftanlagen konkurrenzfähig zu gestalten, hat nach vielen Versuchen zur Gewinnung des Generator- oder Kraftgases geführt. Das Verdienst, diese Aufgabe im Jahre 1881 gelöst zu haben, wenn auch nur für Anthrazit und Koks als Ausgangstoff, gebührt dem Engländer Dowson. Das auch nach ihm benannte Gas wird dadurch erzeugt, dafs man Luft und Wasserdampf durch einen Schachtofen (Generator) mit glühendem Anthrazit oder glühendem Koks leitet; dadurch entsteht ein Mischgas, dessen Hauptbestandteile Kohlenoxyd, Wasserstoff und Stickstoff sind.

Aus den Gasgeneratoren, wie sie von Dowson und anderen angegeben wurden, strömt das erzeugte Kraftgas, dem im Generator herrschenden höheren Druck entsprechend, der Maschine zu, weshalb solche Gaserzeuger Druckgasgeneratoren genannt werden. In den letzten Jahren hat eine zweite Art von Generatoren rasch grofse Beliebtheit und Verbreitung erlangt: die Sauggasgeneratoren, als deren Hauptvertreter der Generator von Taylor genannt werden kann. Bei diesen Gaserzeugern wird das Gas den Motoren nicht unter Druck zugeführt, sondern die Maschinen saugen selbst die für ihre Arbeitsleistungen nötigen Gasmengen an. Die Sauggasanlagen haben den grofsen Vorzug, in der Anschaffung billiger zu sein und einen geringeren Raum einzunehmen als die Druckgasanlagen, welche einen Dampfkessel und einen Gasbehälter erfordern.

Die Brennstoffkosten der Kraftgasmotoren, insbesondere der Sauggasmaschinen, sind nur $^1/_2$ bis $^2/_3$ mal so grofs wie bei leistungsgleichen Dampfmaschinen, obwohl der für die Gaserzeugung vorzugsweise verwendete Anthrazit und meist auch der Koks verhältnismäfsig teuer ist. Man erkennt daraus den grofsen wirtschaftlichen Fortschritt, den die Kraftgasmotoren und vor allem die Sauggeneratorgasmotoren gegenüber den gewöhnlichen Sattdampfmaschinen darstellen. Welche Ersparnis gegenüber den Leuchtgasmotoren erzielt werden kann, zeigt

die Tatsache, daſs bei der 300pferdigen Sauggasanlage des Warenhauses Hertzog in Berlin, nach Angabe der Deutzer Gasmotorenfabrik, durch die Umwandlung des Leuchtgasbetriebes in den Sauggasbetrieb täglich etwa 300 Mark erspart werden.

Gegenwärtig zielen die Bestrebungen darauf ab, auch billigere Brennstoffe für die Kraftgaserzeugung zu verwerten, die nicht den Vorzug haben, frei oder arm an Gasen zu sein, wie Anthrazit und Koks. So ist z. B. die Gewinnung von Holzgas aus Holzabfällen nach Riché wiederholt in Frankreich ausgeführt worden. In England ist es einem Deutschen gelungen, das nach ihm benannte Mondgas aus bituminösen Steinkohlen zu erzeugen. Deutsche Firmen haben Anlagen zur Vergasung von Braunkohlen, Torf u. a. geschaffen.

Von ganz besonderer Bedeutung für den heutigen Gasmotorenbau ist aber die Verwertung der Hoch- und Koksofengichtgase geworden. Noch vor 50 Jahren boten die Hochöfen, in denen aus den Eisenerzen das Roheisen gewonnen wird, dem Beschauer ein prächtiges Schauspiel, da man die gesamten Gase, die dem Hochofen aus der oberen, als Gicht bezeichneten Mündung entströmen, mit mächtiger Flamme verbrennen ließ. Man sah aber ein, was für eine außerordentliche Energieverschwendung damit verbunden war, welche ungeheure Wärmemenge ungenutzt verloren ging. Und so verbrannte man, als man anfing, weniger verschwenderisch zu sein, die Gichtgase teils in den Winderhitzern, teils in Dampfkesselfeuerungen. Eine weit bessere Ausnutzung der Wärme ergibt sich aber bei direkter Verwendung der Gichtgase in Gasmaschinen. Nach Lürmann, einer Autorität auf dem Gebiet des Eisenhüttenwesens, betragen die Ersparnisse, wenn man die Gichtgase statt unter Dampfkesseln in Gasmaschinen verwendet, für die deutschen Hochöfen jährlich etwa 40 Mill. Mark. [illegible] Jahre sind es her, seit man den Betrieb der ersten [illegible] versuchte, und schwere Bedenken standen anfangs der Verwendung der Hochofengase gegenüber. Man glaubte, wegen des geringen Heizwertes der Gichtgase müßten die Maschinen unverhältnismäßig groß werden, man fürchtete, die Gichtgase seien zu schwer entzündbar, man hielt ihre Zusammensetzung für zu veränderlich, man erblickte ein Hauptübel in dem von den Gichtgasen mitgeführten Staub. Aber es gelang, alle Hindernisse zu überwinden, und bald konnte auch die Hauptaufgabe bei der Verwertung der Hochofengichtgase glänzend gelöst werden: die Konstruktion von Gasmotoren für 1000 und mehr Pferdestärken.

Die Wirkungsweise der einfach wirkenden Viertaktmotoren, die man für gröfsere Leistungen beibehalten kann, wenn man statt eines einzigen Zylinders zwei oder vier Zylinder mit gemeinsamer Kurbelwelle anordnet, ist bei den einfach wirkenden Zweitaktmotoren aufgegeben. In dieser Weise ist der Gasmotor von Öchelhäuser gebaut, der schon im Jahre 1898 für eine Leistung von 600 Pferdestärken in Betrieb genommen wurde. Solche Zweitaktmaschinen, welche schon bei jedem zweiten Kolbenhube eine Explosion und Kraftäufserung ermöglichen, sind aus dem Bestreben entstanden, kleinere Zylinderabmessungen und höhere Gleichmäfsigkeit des Ganges als bei Verwendung von Viertaktmotoren zu erlangen. Doch auch unter Beibehaltung des Viertaktes ist es u. a. der Gasmotorenfabrik Deutz vor wenigen Jahren gelungen, in den doppelt wirkenden Viertaktmotoren noch leistungsfähigere Maschinen herzustellen. Bei ihnen nimmt jede der beiden Kolbenseiten innerhalb vier aufeinanderfolgender Hin- und Rückläufe einmal die Kraftwirkung des explodierenden und expandierenden Gasgemisches auf. Noch einen Schritt weiter ist, ebenfalls erst vor einigen Jahren, die Firma Körting gegangen, indem sie doppelt wirkende Zweitaktmotoren einführte, bei welchen auf jeden Vorwärtsgang und jeden Rücklauf des Kolbens eine Umsetzung von Wärme in mechanische Energie stattfindet.

Es ist überraschend, wie aufserordentlich schnell sich die Grofsgasmaschinen entwickelten, für welche als Brennstoffe aufser den Hochofengichtgasen noch die Gichtgase der Koksöfen, die Braunkohlenschwelgase, teilweise auch Kraftgase in Betracht kommen. Unabhängig von gleichzeitigen Versuchen in Belgien und England, die Hochofengase zum Betrieb von Gasmaschinen zu verwenden, wurden die ersten deutschen Proben von der Deutzer Gasmotorenfabrik unter Benutzung eines 12pferdigen Otto-Motors vorgenommen; die günstigen Ergebnisse führten wenige Jahre später, 1898, zur Lieferung von 200- und 300pferdigen Motoren. Im gleichen Jahre wurde der oben erwähnte Öchelhäuser-Motor in Betrieb gesetzt, der 600 Pferdestärken leistete. Schon im Jahre 1899 folgten die belgische Firma Cockerill und die deutsche Firma Körting mit 500pferdigen, die Nürnberger Maschinenbaugesellschaft mit 600pferdigen und die Deutzer Gasmotorenfabrik mit 1000pferdigen Hochofengasmotoren. Trotz des wirtschaftlichen Rückschlages am Anfang des neuen Jahrhunderts mehrten sich die Bestellungen auf Grofsgasmotoren, und immer weiter steigerte man ihre Leistungen.

[illegible] 100 [illegible] häuser. [illegible] gesellschaft Nürnberg und [illegible] 3 [illegible] Bestellung genommen. [illegible] gekommen waren, [illegible] 115 [illegible] Gesamtleistung [illegible] Pferdestärken; die [illegible] Motoren mit je 3200 [illegible] Maschinenbaugesellschaft Nürnberg [illegible] ersten dieser Großgasmaschinen [illegible] genannten Nürnberger [illegible] Pferdestärken treffen. Die Deutzer [illegible] Hundert für 1000 [illegible] Hundert für [illegible] 500 [illegible] dafs durch Ver- [illegible] Gas- [illegible] Firma [illegible] gibt sogar 3000 [illegible] Leistung ihrer Gasmotoren an.

[illegible] innerhalb eines Jahrzehnts der kleine Gas- [illegible] zur mächtigen Großgasmaschine, die be- [illegible] Eisenhüttenbezirke von höchster [illegible] Eisenhütten nicht mehr [illegible] Millionen Tonnen Eisen jahraus, [illegible] auch zu bedeutenden Kraftquellen, die nicht nur [illegible] mechanischer und elektrischer Energie ver- [illegible] sondern auch befähigt sind, an weitere Gebiete Kraft [illegible] Diese Aussicht hat einmal zu den enthusiastischen [illegible] eines französischen Ingenieurs Veranlassung gegeben: „Das [illegible] wird einst Nebenprodukt des Hochofens sein, dessen Haupt- [illegible] wird Licht und Kraft zu liefern".

[illegible] steht die Gasmaschine im Vergleich zur Kolben- [illegible] mitten in ihrer Entwickelung, so dafs weitere Ver- [illegible] und Umgestaltungen zu erwarten sind; alles in allem [illegible] die Gasmaschine schon eine der Dampfmaschine eben- [illegible] Kraftmaschine geworden. Im Nachteil ist sie der Dampf- [illegible] bei wechselndem Kraftbedarf, denn bei kleineren [illegible] den normalen Belastungen sinkt der Wirkungsgrad der Gas- [illegible] bedeutend und ihr Gasverbrauch erhöht sich wesentlich; [illegible] der Gasmotor etwaigen Überlastungen sich viel weniger [illegible] als eine Dampfmaschine. Dagegen sind die Gas- [illegible] in bezug auf Wärmeausnützung den Dampfmaschinen

überlegen, denn sie vermögen 25 bis 33 % des Gasheizwertes in mechanische Energie umzuwandeln. Der Vorzug der Gasmotoren gegenüber den Dampfmaschinen in wirtschaftlicher Hinsicht ist auch dann noch vorhanden, wenn die Gase nicht schon zur Verfügung stehen, wie bei den Hoch- und Koksöfen, sondern erst in besonderen Generatoren aus festen Brennstoffen erzeugt werden müssen, obgleich dabei von ihrem Heizwert 20 bis 30 % verloren gehen.

* * *

Die Grundlage des Betriebes aller grofsen Wärmekraftmaschinen, den Ausgangsstoff für die Entstehung der Koks- und Hochofengase, für die Gewinnung der Generatorgase, wie für die Erzeugung des Dampfes, bilden als unsere wichtigsten Brennstoffe vor allem die Kohlen. In riesigen Mengen werden sie alljährlich ans Licht des Tages gefördert; die Jahresproduktion an Kohlen beträgt in Deutschland gegenwärtig 150 Millionen Tonnen; die Förderung auf dem ganzen Erdball ist 5 bis 6 mal so grofs. Um nur ein Beispiel für den Kohlenverbrauch grofser Kraftmaschinen zu nennen, sei angeführt, dafs der neue deutsche Schnelldampfer „Kaiser Wilhelm II." für den Betrieb seiner etwa 40 000 Pferdestärken leistenden Dampfmaschinenanlage Kohlenbunker besitzt, die zur Aufnahme von 560 Eisenbahnwagenladungen Kohlen mit je 200 Zentnern eingerichtet sind.

Eine Frage von ganz hervorragender Bedeutung ist es daher, wie lange in den einzelnen Ländern die Kohlenschätze noch ausreichen mögen, bis ihre Lager nicht mehr abbaufähig sind.

Nach geologischen Rechnungen und Schätzungen wird in den gegenwärtig an der Spitze der Kultur stehenden Ländern noch auf Jahrhunderte hinaus genügend Kohlenvorrat zur Verfügung stehen. Am meisten bedroht soll England sein, wo es wahrscheinlich in einigen hundert Jahren, vielleicht sogar schon am Ausgang unseres Jahrhunderts, keine abbaufähigen Kohlenflöze mehr geben wird. Die deutschen Kohlen dagegen werden mindestens noch ein halbes Jahrtausend vorhalten.

Wiederholt haben sich Stimmen erhoben, die auf eine sparsamere Ausnützung der Brennstoffe hinwiesen und die ernsten Folgen der Kohlenverschwendung für spätere Generationen betonten, denn mit dem Zuendegehen der fossilen Kohlen müfste ein Niedergang der ganzen Kultur, eine Bedrohung der Existenzfähigkeit von Millionen Menschen erfolgen. Kohlen sind ja nicht nur hinsichtlich

der Krafterzeugung für Industrie und Verkehr unentbehrlich, sie dienen zur Erzeugung unermeſslicher Licht- und Wärmemengen für Haushalt und Öffentlichkeit, sie helfen uns besonders auch das Eisen gewinnen, dessen Bedeutung nicht geringer ist als die der Kohlen. In treffender Weise hat Bismarck einmal gesagt: „Eisen und Kohlen, das sind die Pole, um die sich das ganze wirtschaftliche Leben unserer Zeit dreht".

Doch ob auch die jetzt bekannten Kohlenfelder und Petroleumquellen im Laufe des kommenden Jahrtausends erschöpft werden, es gelingt sicher auch, neue Gebiete an Brennstoffen zu erschlieſsen und der Technik nutzbar zu machen. Welche Energiemengen mögen im Boden jener weiten Länderstriche noch schlummern, deren Oberfläche von uns kaum erforscht ist! Und wenn die natürlichen Brennstoffe ein immer kostbareres Gut werden sollten, wer kann wissen, ob nicht neue Wege für ihre Ausnutzung gefunden werden, wie z. B. direkte Umsetzung der Kohlenwärme in elektrische Energie, neue Verfahren, denen wir Staunen und Bewunderung zollen würden.

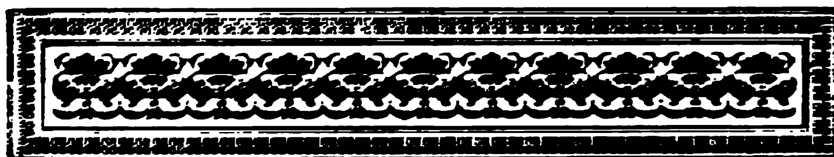
Wir sind zu solchen Hoffnungen berechtigt, wenn uns auch das Wo und Wie noch unbekannt ist. Wer hätte denn vor einem halben Jahrhundert, als noch trübe Öllämpchen oder armselige Gasflämmchen die Beleuchtung der groſsen Städte bildeten, es für möglich gehalten, daſs durch rotierende Eisenmassen mit Kupferdrahtwickelungen jene blendenden Lichtfluten erzeugt werden, die die Nacht zum Tag machen, und jene Energiemengen, die in dünnen Drähten viele Kilometer weit fortleitbar sind, um dort von ihrer Erzeugungsstelle zur mechanischen Arbeit verwertet zu werden? Wer hätte vor einem halben Jahrhundert, als die Eisenbahnen noch in ihrer ersten Entwickelung standen, es für ausführbar gehalten, mit 200 km stündlicher Geschwindigkeit auf Schienenwegen dahinzujagen, den Sturmwind überflügelnd? Was wenige Generationen vor uns nicht ahnten, erscheint uns heute als Alltägliches, was man einst für phantastische Träume erklärt hätte, ist zur Wirklichkeit geworden.

[illegible] galt für die Wärmekraftmaschinentechnik die Umsetzung eines Zehntels der Verbrennungswärme in mechanische Arbeit als ein erstrebenswertes Ziel. [illegible] hat die Dampfmaschine mehr als ein Sechstel, der Verbrennungsmotor sogar ein Drittel erreicht. Welche Wärmekraftmaschine [illegible] die [illegible]schaft führt, läſst sich aber noch [illegible] weiteres [illegible] dem Stand der Brennstoffausnutzung entscheiden. Abgesehen von den Eigenschaften und Ar-

beitsbedingungen der verschiedenen Maschinenarten, ist in vielen Fällen aufser der Erzeugung von mechanischer Energie auch die Gewinnung von Wärme und Licht für die Wahl einer bestimmten Maschine ausschlaggebend.

Unaufhaltsam, wie alle Wissenschaft und Technik, schreitet auch der Wärmekraftmaschinenbau vorwärts, in ernstem Bemühen, die irgendwie gewinnbare Wärme möglichst einfach in mechanische Arbeit umzuwandeln; er schreitet vorwärts zwar auf verschiedenen Wegen, doch stets das gleiche Ziel vor Augen: immer höhere Ausnutzung der in den Brennstoffen aufgespeicherten Wärme, immer billigere Erzeugung mechanischer Energie.





Gibt es einen Punkt der Ruhe im Weltall?

Von Dr. **F. Ristenpart** in Berlin.

Nachdem die Weltanschauung des Ptolemaeus, wonach die Erde fest und unbeweglich in der Mitte des Weltalls stehen sollte, langsam durch die Lehre des Kopernikus überwunden war, war die Sonne der Mittelpunkt der Planetenbewegungen und damit zugleich eine ruhende Masse im All geworden. Die gleiche Unbeweglichkeit aber sprachen die Astronomen bis zu Anfang des 18. Jahrhunderts den Fixsternen zu. Sie, die sich im Systeme des Ptolemaeus, in die prima sphaera immobilis eingeheftet, gegenseitig unverschiebbar, in 24 Stunden um die ruhende Erde drehten, waren durch Kopernikus erst wirklich zu festen Punkten geworden, da er die scheinbare Rotation derselben durch die wirkliche Rotation der Erde ersetzte. Die scharfe Festlegung des Ortes der hellsten dieser fixen Punkte am Firmament und die Vergleichung der erhaltenen Resultate mit späteren wiederholten Messungen ergaben dann aber schon um die Mitte des 18. Jahrhunderts, dafs diese „festen" Sterne ebenfalls Bewegungen unterworfen sind, die sich für uns als ein langsames Fortrücken an der Himmelskugel in einem gröfsten Kreise um jährlich gleiche Beträge darstellten.

Ein allgemeines Gesetz schien für die Bewegungen verschiedener Sterne nicht obzuwalten, alle Gröfsen der Bewegung bis zu 8.7 Bogensekunden im Jahre und alle Richtungen kommen regellos vor, und erst eine sehr eingehende Diskussion eines umfangreichen Materials liefs erkennen, dafs ein Teil der beobachteten Bewegungen nur die Bewegung unserer eigenen Sonne wiederspiegele. Für diese ergab sich damit gleichfalls, dafs sie nicht in Ruhe war, sondern eine Bewegung, die wir einstweilen als geradlinig annehmen, durch den Weltraum verfolge. Wohin die Sonnenreise geht, der unsere Erde sich willenlos anschliefsen mufs, das wissen wir nicht genau. Es fehlt eben, wo alles in regelloser Bewegung ist, an einem ruhenden

Punkte, gegen den man die Fortrückung der Sonne bestimmen könnte. Nur unter einer Voraussetzung, die wahrscheinlich, aber nicht sicher ist, läfst sich doch eine diesbezügliche Rechnung vornehmen. Wenn nämlich die Bewegungen der Fixsterne, die scheinbar regellos nach Richtung und Geschwindigkeit verteilt sind, wirklich ganz regellos nach den Gesetzen des Zufalls vor sich gehen, so bleibt der Schwerpunkt eines Komplexes zahlreicher, rings im Weltall nach allen Richtungen gleichmäfsig verteilter Sterne in Ruhe, und gegen diesen Schwerpunkt läfst sich dann Gröfse und Richtung der Sonnenbewegung bestimmen. Da aber diese Voraussetzung von der völlig regellosen Verteilung der Sternbewegungen nur eine Annäherung an die Wahrheit, vielleicht nur eine sehr entfernte ist, so sind auch die Resultate der Rechnungen aus verschiedenen Gruppen von Sternbewegungen recht verschieden, und wir wollen nur ein Resulta anführen, das Campbell aus den Geschwindigkeitsmessungen im Visionsradius jüngst erhalten hat. Danach bewegt sich die Sonne nach dem südöstlichen Teile des Sternbildes des Herkules und legt in jeder Sekunde 20 Kilometer zurück, also $^2/_3$ soviel wie die Erde auf ihrer Bahn um die Sonne.

Der Anbruch des 20. Jahrhunderts fand unsere Ansichten über den Kosmos somit auf dem Standpunkte, dafs nirgends Ruhe im Raume herrsche. Jede der vielen Millionen Sonnen, welche unser Milchstrafsensystem ausmachen, war in Bewegung, und wirr und regellos gingen die Pfade der 3—4000 Sonnen, deren Fortrückung bis jetzt genauer bestimmt ist, durcheinander, und nirgends schien der ruhende Pol in der Erscheinungen Flucht, nirgends der feste Punkt des Archimedes zu sein, von dem aus die Welt aus den Angeln gehoben werden könnte.

Es war den Arbeiten unseres astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam vorbehalten, diesen ruhenden Punkt aufzufinden. Zwar zielten dessen Forschungen[1]) nicht direkt auf die Lösung dieser Frage ab, sondern dieselbe ergab sich, wie alle grofsen Entdeckungen, ungesucht als Nebenprodukt einer sorgfältig geführten Untersuchung. Unter Leitung von H. C. Vogel hat das Potsdamer Institut die Bestimmung der Geschwindigkeiten der Sterne im Visionsradius zu seiner Hauptaufgabe gemacht. Es wird hierbei von der seitlich an der Sonne vorbeiführenden Sternbahn nur das Stück gemessen, um welches die Bewegung den Stern uns nähert oder von uns entfernt, also,

[1]) Vgl. Sitzungsberichte der kgl. preufs. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 10. März 1904.

mit wechselnder Geschwindigkeit nähern sehen, auf eine Umlaufsbewegung des Sterns, aber zugleich auf seine Doppelsternnatur. Denn der Stern, der umläuft, ist kein dunkler Planet wie die Erde, sondern eine leuchtende Sonne von ähnlicher Leuchtkraft und Masse wie die unsrige, und wenn er eine Bahnbewegung beschreibt, so kann es nur um einen Körper von ähnlicher Masse geschehen. Ist dieser andere Körper ebenfalls leuchtend und weit genug von dem ersten entfernt, dafs wir sie getrennt sehen können, so haben wir einen gewöhnlichen Doppelstern vor uns, wie wir deren viele Tausende kennen. Ist aber der zweite Körper des Systems entweder dunkel oder dem andern so nahe, dafs ihn auch das stärkste Fernrohr nicht getrennt zeigt, so verrät sich seine Existenz nur durch die periodische Verschiebung der Spektrallinien. Ist der zweite Körper des Systems eine grofse dunkle Masse, so sieht man im Spektrum nur die Linien der anderen leuchtenden Sonne und beobachtet deren Verschiebungen allein, ist er aber ebenfalls leuchtend, so enthält das Spektrum die Linien beider Sonnen. Da es sehr wahrscheinlich ist, dafs zwei im Raume einander so nahe stehende Sterne, die sich im Umlauf umeinander befinden, einen gemeinsamen Ursprung haben, so werden sie auch die gleiche oder eine ähnliche Konstitution der Gase ihrer Atmosphären besitzen und somit die gleichen Linien im Spektrum aufweisen. Diese decken sich also, und alle Linien erscheinen einfach, wenn die Sterne in Ruhe sind. Das sind sie nun ja aber nicht, sondern die beiden Sonnen laufen umeinander, oder vielmehr um ihren Schwerpunkt um. Es ist daraus klar, dafs stets die eine Sonne die entgegengesetzte Bewegungsrichtung gegen die Erde hat, wie die andere; entfernt sich die eine, so nähert sich uns die andere und umgekehrt, und nur wenn beide Sterne auf der Linie stehen, die ihren Schwerpunkt mit uns verbindet, die eine diesseits, die andere jenseits desselben, ändern beide ihre Entfernung vom Beschauer momentan nicht, sind also in Ruhe in bezug auf die Bewegung im Visionsradius. In diesem Momente decken sich die Linien im Spektrum, während sonst stets die Linien des einen sich auf der Bahn annähernden Sterns nach dem Violett, die des sich entfernenden nach dem Rot verschoben sind. Die Linien erscheinen also verdoppelt, und die Ausmessung ihres Abstandes im Spektrum zeigt direkt die Differenz ihrer Geschwindigkeiten nach der Erde zu an.

Ein solcher, nur durch sein Spektrum erkennbarer, sog. spektroskopischer Doppelstern ist der zweithellste Stern des Fuhrmanns, β Aurigae, der neben der strahlenden Capella leicht auffindbar

ist. Aus einer grofsen Zahl von Spektralaufnahmen desselben, die gröfstenteils in Potsdam, aber auch in Cambridge (Boston) und Pulkowa erhalten sind, hat Geheimrat Vogel die genauen Dimensionen der Bahn dieses Sternpaares erkennen können, das so weit von uns entfernt liegt, dafs es auch im schärfsten Rohr für uns nur in einen strahlenden Punkt zusammenfliefst, ähnlich wie wir die beiden Lichter einer entfernten Lokomotive nur als eines sehen. Vogel findet, dafs die beiden Teilsonnen an Gröfse nahezu gleich sind, dafs jede etwa $2^1/_2$ mal soviel Masse besitzt, wie unsere Sonne, dafs sie voneinander $12^1/_2$ Millionen Kilometer abstehen, — eine sehr geringe Distanz für Himmelsräume, da sie nur $^1/_{12}$ des Erdabstandes der Sonne ist —, und dafs die beiden Sterne des Systems einen Umlauf um den $6^1/_4$ Millionen Kilometer entfernten Schwerpunkt in 3 Tagen 23 Stunden 2 Minuten und 16 Sekunden vollziehen. Das ganze System, d. h. der Schwerpunkt nähert sich der Sonne gleichförmig mit 21 Kilometer Geschwindigkeit. In ihrer Kreisbahn um den Schwerpunkt legt jede Sonne in der Sekunde 111 Kilometer zurück. So kennen wir also im Weltall die Verhältnisse eines Doppelsternsystems ganz genau, dessen Entfernung selbst uns vollkommen unbekannt ist.

Der andere Fall, dafs von den beiden Sonnen die eine dunkel ist und somit im Spektrum sich nicht verrät, ist der weit häufigere. Man redet dann gewöhnlich von „dunklen" Sternen, während man besser nur von geringer leuchtenden spräche. Denn Professor Hartmann in Potsdam hält es für wahrscheinlich, dafs schon dann, wenn der zweite Stern nur eine Gröfsenklasse schwächer ist als der erste, sein Spektrum überstrahlt wird, und für sicher, wenn der Helligkeitsunterschied 2 Gröfsenklassen beträgt. Damit erklärt sich auch die relative Häufigkeit solcher spektroskopischen Doppelsterne, bei denen man im Spektrum nur Linien der einen Sonne sieht, von der anderen aber nichts. Dann sind die Linien nicht um einen festen Betrag verschoben, sondern schwanken um eine Mittellage nach rechts und links. Die Ausmessung dieser Verschiebungen gibt Aufschlufs über die wechselnden Bahngeschwindigkeiten des sichtbaren Sterns, der mit dem dunkleren ebenfalls um den gemeinsamen Schwerpunkt umläuft.

Ein solcher Stern ist auch δ Orionis, der am meisten rechtsstehende von den 3 Gürtelsternen des Orion. Dafs der Stern eine veränderliche Geschwindigkeit im Visionsradius besitze, hat zuerst Deslandres in Meudon bei Paris erkannt. Der Verfolg seiner Untersuchungen durch neue Aufnahmen von Prof. Hartmann in Potsdam hat nun aber erst das wunderbare Ergebnis erzielt, dessen

wir eingangs gedachten. Hartmann verfügte über 42, gröſstenteils mit dem Potsdamer Riesenrefraktor erhaltene, eigene photographische Aufnahmen des Spektrums von δ Orionis. Er konnte aus dessen Linien die Anwesenheit von Wasserstoff, Silicium (Kieselstoff) und Magnesium in der Atmosphäre des Sterns nachweisen. Aber auch das so seltene Helium, das nur in den obersten Schichten unserer Sonnenatmosphäre (sowie in unserer eigenen in geringen Mengen) vorkommt, war durch 4 Linien vertreten; auſserdem gehörte eine Linie dem Calcium an. Die gemessenen Bewegungen schwankten zwischen 135 Kilometer Entfernungsgeschwindigkeit und 79 Kilometer Annäherungsgeschwindigkeit, so daſs sich der Stern im Mittel von uns um 28 Kilometer in jeder Sekunde entfernt. Es mögen gleich die Resultate über die Dimensionen jener fernen Sternbahn, deren Abstand wieder unbekannt ist und bleibt, mitgeteilt werden. In 5 Tagen 17 Stunden 34 Minuten 10 Sekunden läuft δ Orionis mit seinem weit schwächeren Begleiter um den gemeinsamen Schwerpunkt, von dem er durchschnittlich nur 8 Millionen Kilometer absteht. Hier ist aber die Bahn kein Kreis, sondern eine Ellipse mit einer Exzentrizität von $^1/_{10}$. Über die Massen der Sonnen kann man nur etwas Bestimmtes aussagen, wenn man noch die Annahme macht, daſs die sichtbare und die unsichtbare Masse nicht wesentlich an Gröſse verschieden sind. Dann wird jede von ihnen etwa $2^1/_2$ mal so schwer wie unsere Sonne, so daſs sich auch hier, wie an dem vorigen Beispiel zeigt, daſs unsere Sonne ein relativ kleiner Weltkörper ist. Das Licht des Sternes δ Orionis ist veränderlich. Es ist dies nach dem Vorstehenden auch leicht erklärt; man braucht nur noch anzunehmen, daſs die Bahnebene, in der die Umlaufsbewegung der beiden Körper vor sich geht, nur gering gegen unsere Sehrichtung geneigt sei, dann muſs der dunklere Stern bei jedem Umlauf teilweise vor den helleren treten und einen Teil seines Lichtes für uns abblenden, so daſs die Helligkeit ein Minimum hat, wenn der dunkle Stern genau vor dem hellen steht. Da in diesem Moment beide Körper sich in der Bahn seitlich zur Gesichtslinie bewegen, so werden die Spektrallinien dann nur um den mittleren Betrag der fortschreitenden Bewegung des Schwerpunkts von uns weg nach dem Rot verschoben.

Die Untersuchung dieses Sternes hat nun Prof. Hartmann das merkwürdige Resultat geliefert, daſs es ruhende Objekte im Weltall gibt. Die Linienverschiebungen finden in den Spektren bewegter Sterne für alle Linien des Spektrums gleichmäſsig statt, so daſs, in Kilometer umgerechnet, die Lagenänderung jeder Linie den

gleichen Wert ergibt. Hartmann fand aber, dafs eine Linie im Spektrum von δ Orionis, nämlich die oben erwähnte Linie des Calciums mit der Wellenlänge von 393,368 Milliontel Millimeter nicht nur stets eine andere Geschwindigkeit anzeigte, wie alle anderen Linien, sondern auch, dafs sie stets eine konstante Geschwindigkeit von 16 Kilometern Entfernung pro Sekunde aufwies. Auch unterschied das schmale und scharfe Aussehen diese Linie von den breiten verwaschenen übrigen. Es konnte sonach der Calciumdampf, der diese Linie erzeugte, nicht in der Atmosphäre von δ Orionis sich befinden, sondern nur irgendwo zwischen dem Beobachter und dem Sterne. Er hätte vielleicht der Atmosphäre des dunkleren Sternes angehören können. Aber einerseits hätte er dann ebenfalls wechselnde Linienverschiebungen erzeugen müssen, da dieser Stern gleichfalls um den Schwerpunkt rotiert, anderseits gibt es keine Sterne, deren Atmosphäre nur aus Calciumdampf besteht. Auch der Atmosphäre unserer Erde konnte dieser Calciumdampf nicht angehören, denn einmal enthält diese keine solche Beimengung in gröfseren Quantitäten und dann zeigte die Calciumlinie jene periodischen Verschiebungen im Spektrum, die davon herrühren, dafs der Beobachter mit der Erde die Sonne umkreist, sich also dem Sterne bald nähert, bald von ihm entfernt. Diese Geschwindigkeitsänderungen von jährlicher Periode werden bei allen Spektren beobachtet, werden aber, da ihre Gröfse bekannt ist, von den gemessenen Geschwindigkeiten sofort in Abzug gebracht, um die wahren Entfernungsänderungen Sonne—Stern zu bestimmen. Erst nach Abzug dieser Erdbewegung wurden die Geschwindigkeiten der Calciumlinie konstant.

So bleibt denn nichts übrig, als den Ursprung der dunklen Calciumlinie in Calciumgasen zu suchen, die zwischen dem Stern und der Erde frei im Raume schweben, also in einer Nebelwolke des Alls, die vorwiegend aus Calciumdampf besteht und deren Existenz uns kein Fernrohr verraten könnte. Nur der Umstand, dafs hinter ihr ein Stern steht, und dafs sie aus dessen Spektrum die Linie auslöscht, die sie selbst aussenden würde, wenn sie leuchtete, verrät ihr Dasein. Allerdings kann sie vielleicht in Zusammenhang mit Nebelmassen stehen, welche Barnard photographisch in der Umgegend der Gürtelsterne des Orion nachgewiesen hat. Die Bewegung des Calciumnebels betrug, wie oben angeführt, 16 Kilometer Geschwindigkeit von uns weg. Diese Bewegung setzt sich zusammen aus der eigenen Bewegung des Nebels und der der Sonne durch den Raum. Der Anteil der letzteren läfst sich aus der Annahme ihres Zielpunktes und

ihrer Geschwindigkeit berechnen und ergibt ein Fortrücken unseres Zentralgestirns von der Nebelwolke um 18,1 Kilometer pro Sekunde. Es bleibt damit für die Nebelwolke selbst eine Annäherungsbewegung von 2,1 Kilometer übrig. Diese Zahl ist aber in Anbetracht der Unsicherheit der Messungen und Annahmen so klein, dafs sie sich praktisch nicht von Null unterscheidet. Der Nebel selbst also wäre in Ruhe.

Als der neue Stern im Perseus im Jahre 1901 erschien, wurde ein ähnlicher Vorgang beobachtet. Während die anderen Linien im Spektrum des neuen Sterns ungeheure, stark wechselnde Geschwindigkeiten der Gase in der Atmosphäre der Nova anzeigten, ergaben zwei Linien des Calciums und die des Natriums dauernd eine konstante Entfernungsgeschwindigkeit von nur 7 Kilometern. Auch damals wurde deren Entstehung in grofsen Nebelmassen gesucht, in welche der Stern von hinten eingedrungen war, und diese Nebel wurden ja dann auch später durch die vielstündigen photographischen Daueraufnahmen von Perrine und Ritchey entdeckt. Berechnet man nun die Projektion der Sonnenbewegung auf die Richtung nach dem neuen Stern, so findet man, dafs dieselbe uns um 8,7 Kilometer pro Sekunde von ihm und seinem Nebel entfernt. Es bleiben also für den Nebel selbst nur 1,7 Kilometer Annäherungsgeschwindigkeit übrig, wiederum eine ihrer Kleinheit wegen so unverbürgte Zahl, dafs die Annahme absoluter Ruhe auch für ihn nicht im Widerspruch mit den Beobachtungen steht.

Ist es erlaubt, die zwei bisher beobachteten Fälle zu verallgemeinern[2]), so haben wir also in den grofsen unsichtbaren Nebelmassen des Weltraums die Repräsentanten absoluter Ruhe oder jedenfalls so langsamer Bewegung vor uns, dafs wir sie im Vergleich zu den Sternen als ruhend bezeichnen dürfen. Wir wissen aus Daueraufnahmen, dafs sich solche Nebel teils wie Schleiergewebe in kunstvollen Windungen zwischen den Sternen hinziehen, teils als unregelmäfsig begrenzte Flächen von ganz beträchtlicher Ausdehnung erscheinen, meist in der Ebene der Milchstrafse. Ihr mattes und vorwiegend ultraviolettes Licht vermag nie dem Auge, sondern nur der lange exponierten photographischen Platte einen Eindruck zu erzeugen. Während also die Sonnen des Kosmos in rastloser Bewegung „fliegen durch des Himmels prächt'gen Plan", jede an Richtung und Geschwindigkeit verschieden, befinden sich diese grofsen Gasnebel in

[2]) Prof. Hartmanns fortgesetzte Untersuchungen werden darüber bald Aufschlufs geben.

[illegible] der Stelle, die sie einnehmen. Trotz dieser Unbeweglichkeit [illegible] merken aber spielen sie eine wichtige Rolle im Haushalt des Universums. Sind auf einer Sonne die Kräfte zu Licht und Wärmestrahlung, mit denen sie das Leben ihres Planetensystems erhalten hat, ausgeglüht, so daſs sie als toter, kalter Stern ihren Weg durch den Raum fortsetzt, dann muſs sie irgendwann und irgendwo einmal in die weitausgespannten Netze eines solchen kosmischen Nebels geraten. Die Reibung des rasch bewegten festen Körpers an den dünnen Gasen des Nebels läſst die erloschene Sonne selbst in einen glühenden Nebelball auflodern, der, nachdem er den grossen Nebel durchquert hat, wieder Planeten erzeugen und später, wenn er sich zu einer leuchtenden Sonne zusammengezogen hat, bestrahlen und erwärmen kann, so daſs das Spiel des Lebens von neuem beginnt. Die todesstarren, ruhenden, unsichtbaren Nebel des Universums sind das unerschöpfliche Reservoir, aus dem das Leben des Kosmos seine Kräfte stets von neuem gewinnt.





Mondkrater Linné. Die neuerdings durch W. H. Pickering aufgeworfene Frage der Veränderlichkeit des Mondkraters Linné (vgl. diese Zeitschrift Jahrg. XII S. 462) erfährt einen interessanten Beitrag durch alte Zeichnungen spezieller Teile der Mondoberfläche, die auf der Radcliffe-Sternwarte in Oxford aufgefunden sind. Sie stammen aus den Jahren 1785 bis 1797 und rühren, 187 an Zahl, von John Russell her. Nur zwei davon stellen die Gegend des Mare Serenitatis dar, in welcher Linné liegt; dieselben sind 1788 angefertigt. Rambaut, der jetzige Direktor der Radcliffe-Sternwarte, veröffentlicht dieselben in den Monthly Notices und fügt erklärend hinzu, dafs auf den 116 Jahre alten Zeichnungen das Aussehen des Kraters dem gegenwärtigen sehr ähnlich sieht, d. h. einen hellen Fleck ohne Schattenwurf, auch bei niedrig stehender Sonne, repräsentiert. Mädler, Lohrmann und Schmidt zeichneten bekanntlich bis 1843 Linné mit breiter, tiefer Krateröffnung und in die Mareebene steil abfallend. Wenn nun die Zeichnungen aus dem Ende des 18. Jahrhunderts denen aus dem Ende des 19. gleichen, von den zwischenliegenden aber abweichen, so folgt daraus nicht, dafs letztere irrtümlich sind und der Krater gar keine Veränderungen erlitten hat. Das widerspräche der übereinstimmenden Autorität der drei Selenographen. Gerade wenn der Krater Veränderungen seines Aussehens erfährt, können sehr wohl spätere Zustände wieder einmal früher dagewesenen gleichen. Die gegenwärtigen Änderungen sollen sich nach W. H. Pickering in einem Kleinerwerden des Lichtflecks mit steigender Sonne äufsern. Auch Liebhaber der Astronomie, deren Refraktor Fadenmikrometer hat, vermögen hier eine Kontrolle auszuüben. Rp.



Über die Radiummenge in der Erde hat C. Liebenow in der Physikalischen Zeitschrift eine Berechnung veröffentlicht. Die Untersuchungen von Elster und Geitel in Wolfenbüttel haben dargetan, dafs

die Radioaktivität eine recht allgemeine Erscheinung ist. Sowohl die Luft, wie namentlich auch das aus den Erdspalten hervordringende Wasser der Tiefe ist radioaktiv, d. h. es sendet eine dunkle Strahlung aus mit der Fähigkeit, auf die photographische Platte zu wirken und die Luft zu ionisieren (elektrisch leitfähig zu machen). Ein gut isoliertes Elektroskop wird um so schneller entladen, je höher der Gehalt der Atmosphäre an radioaktiven Massen ist. Insonderheit zeigt sich die Luft in tiefen Höhlen und Kellern leitfähig, und die genannten Gelehrten ziehen daraus wohl mit Recht den Schlufs, dafs die Erdrinde selbst die Quelle der radioaktiven Ausscheidung sei. Uran, Thor und vor allem das Radium mufs also in gröfseren Mengen im Erdball vorkommen, als man nach den bisherigen spärlichen Funden vermuten könnte. Liebenow knüpft mit seinen Berechnungen an die Wärmeabgabe des Radiums an. Beim spontanen Zerfall, bzgl. bei der Umwandlung der Radiumatome entsteht aufser den von uns beobachteten anderen Begleiterscheinungen (den sogenannten Strahlungsphänomenen) auch Wärme, und zwar erzeugt 1 g Radium nach älteren Messungen von Curie, Laborde, Runge und Precht etwa 100 Grammkalorien, nach den neuesten Bestimmungen von F. Paschen sogar 226 Grammkalorien pro Stunde, d. h. 1 g Radium würde imstande sein, die Temperatur von 226 g Wasser in 1 Stunde um 1 ^{0} C. zu erhöhen. Der Radiumgehalt des Bodens erwärmt also auch zweifellos den Erdball selbst, und man darf sogar annehmen, dafs ein Teil des Wärmeverlustes durch Abgabe an den kälteren Weltraum von der Radiumwärme gedeckt wird. Es würde gar nicht einmal so übermäfsig viel Radium dazu gehören, um den ganzen Verlust zu ersetzen. Dann wäre aber der Grenzfall erreicht, darüber hinaus müfste ein ständiger Temperaturzuwachs eintreten, was sich mit unseren Anschauungen und Erfahrungen bekanntlich nicht verträgt. Es läfst sich mithin die Radiummenge berechnen, welche die Erde höchstens enthalten kann.

Die Wärmeleitfähigkeit der Erdrinde ist gering, man darf etwa annehmen, dafs bei einem Temperaturgefälle von 1 ^{0} C. auf den Zentimeter ihres Materiales 0,006 Grammkalorien in der Sekunde durch den Quadratzentimeter ihrer Oberfläche austreten. Das Temperaturgefälle, d. h. die Temperaturabnahme von innen nach aufsen beträgt bei der Erde etwa $^1/_{3000}\,^0$ C. auf den Zentimeter, so dafs durch den Kubikzentimeter Fläche

$$\frac{0{,}006}{3000} = 0{,}0\,000\,02 \text{ Grammkalorien pro Sek. austreten}$$ [1])

[1]) 1 Grammkalorie ist diejenige Wärmemenge, die 1 g Wasser von 0° auf 1° erwärmt.

Die Oberfläche einer Kugel ist $4 r^2 \pi$

[r für Erde = 637 740 000 cm]
[r^2 = 406 712 307 600 000 000]
[$4 r^2$ = 1 626 849 230 400 000 000]
[π = 3,14

folglich hat die Erde eine Oberfläche von

5 108 306 583 456 000 000 qcm

und die gesamte abgegebene Wärmemenge beträgt pro Sekunde

0,000 002 · 5 108 306 583 456 000 000 = 10 216 613 166 912

oder rund (und mathematisch abgekürzt)

10^{13} Grammkalorien oder
10^{10} Kilogrammkalorien [2]).

Erinnert man sich daran, dafs eine Arbeitsleistung von 75 mkg in der Sekunde 1 Pferdekraft genannt wird und das 425 mkg Arbeit, in Wärme umgesetzt, 1 Kilogrammkalorie erzeugen (mechanisches Wärmeäquivalent [Joule]!), 1 Pferdekraft mithin $\frac{75}{425}$ = rund 0,18 Kilogrammkalorien hervorbringt, so kann man leicht den Arbeitsverlust der Erde zu rund

55 555 000 000 Pferdestärken berechnen.

Soll der Verlust durch die Wärmeentwickelung des Radiums gerade gedeckt werden, so mufs die Gesamt-Radiummenge der Erde in jeder Sekunde 10^{13} Kilogrammkalorien entwickeln.

1 g Radium entwickelt (nach **Paschen**) 226 Grammkalorien pro Stunde oder es sind 16 g Radium erforderlich, um 1 Grammkalorie **in der Sekunde** zu entwickeln.

Mithin kann die Erde höchstens

$16 \cdot 10^{13}$ g oder 160 000 000 000 kg Radium enthalten.

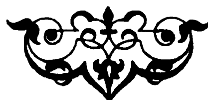
Wäre diese an sich ungeheuer erscheinende Masse (es ist etwa 1 Million mal mehr als der Riesenkran in Hamburg zu heben vermag) in der ganzen Erde gleichmäfsig verteilt, so würde auf den Kubikmeter doch immer nur ein Fünftausendstel Milligramm kommen. Wenn **Elster** und **Geitel** in den von ihnen untersuchten Bodenarten durchschnittlich tausendmal mehr finden, so geht daraus hervor, dafs die radioaktiven Stoffe **nicht** gleichmäfsig verteilt sind, sondern sich vorzugs-

[2]) 1 Kilogrammkalorie ist diejenige Wärmemenge, die 1 kg Wasser von 0° auf 1° erwärmt (also 1000mal mehr als unter [1])).

weise in der Erdkruste aufhalten. Man kann daraus ferner den Schlufs ziehen, dafs die Erdwärme nur in der Nähe der Oberfläche mit der Tiefe zunimmt, um dann einen gleichbleibenden Maximalwert beizubehalten.

Das wäre die in der Erde bzgl. in ihrer Rinde mögliche Radiummenge. Sehr wahrscheinlich ist sie viel geringer, denn man darf nicht vergessen, dafs ein grofser Teil der verlorenen Erdwärme durch die Sonne ersetzt wird und dafs die geologischen Faltungsformen durchaus auf eine allmähliche Abkühlung der Erde hinweisen. Auch ist bei der Berechnung der Wärmeabgabe auf die Meeresflächen Rücksicht zu nehmen.

Dr. B. D.





P. Stephan: Die technische Mechanik. Erster Teil: Mechanik starrer Körper. Leipzig und Berlin bei B. G. Teubner.

Das Buch enthält Statik und Dynamik fester Körper mit rechnerischer Anwendung auf die bekannteren Maschinenelemente. Klare Schreibweise und elementar-mathematische Darstellung empfehlen es für das Technikum und die höheren Maschinenbauschulen, doch dürfte auch der Anfänger an der technischen Hochschule seinen Nutzen davon haben. B. D.

J. Frick: Physikalische Technik. Siebente Auflage, bearbeitet von Professor Dr. O. Lehmann - Karlsruhe. Braunschweig, Vieweg und Sohn. I. Band, 1. Abteilung.

Vor uns liegt die erste Auflage und die siebente. Wer kennt nicht noch den guten alten Frick mit seinen brauchbaren Ratschlägen. Er lehrte Glas zu blasen, Holz und Metall zu firnissen und wie man sich mit wenigen Mitteln die nötigsten Demonstrationsmittel entweder selbst herstellen oder „beim Blechner um wenige Groschen" anfertigen lassen könne. Denken wir an den alten Frick zurück, so überkommt uns die Erinnerung an das „Physikalische Kabinett" von damals mit seinem Fuchsschwanz, seiner Siegellackstange, dem kartesianischen Taucher, der Elektrisiermaschine, der Luftpumpe und dem Heronsball. Es wäre töricht, die erste Auflage mit der siebenten vergleichen zu wollen. Die Zeiten sind andere geworden. Die Physik, einstmals ein Stiefkind des Lehrplanes und in den Schulen kaum geduldet, hebt ihr Haupt empor und schreitet stolz und geachtet unter den anderen Disziplinen einher. Damals zeigte der alte Frick dem Mittelschullehrer, wie man mit Wenigem Viel machen, wie man haushalten und dabei doch einen gediegenen Unterricht geben könne. Alle Achtung vor dem alten Frick. Jetzt ist ein Buch für Hochschulen daraus geworden, das sich mit souveräner Verachtung über alle Geldsorgen hinwegsetzt, eine physikalische Technik der fertig bezogenen Apparate. 247 Seiten nimmt die Beschreibung des Auditoriums ein mit Schnürboden, Versenkung, Dampf-, Druck-, Vakuum- und Kühlleitungen, mechanischer Verdunkelung, Transmissionen etc. Viel Brauchbares, aber auch etwas Beigeschmack von theatralischer Aufmachung. Recht gut ist die Disposition der Gleich-, Wechsel- und Drehstromanlage und der Hochspannungsleitung. Dem Projektionsparat wird die ihm gebührende Stellung eingeräumt; sogar das monströse Epidiaskop fehlt nicht. Freundlich zu begrüssen ist der Abschnitt über Photographie und die Anfertigung von Diapositiven, wenn auch manches Wissenswerte nicht gesagt, manches Überflüssige nicht fortgelassen ist. Den Beschlufs der ersten Abteilung bildet eine Beschreibung der Werkstatteinrichtung (sehr opulent mit Hobel-, Fräs- und Teilmaschinen) und der Nebenräume (Dienerwohnung etc.). Der erfahrene und auf grofsem Etatsfufse lebende Physiker der Hochschule wird sicher die für ihn passende Auswahl aus dem Vielen, Allzuvielen treffen. Wie steht es aber mit dem

Schullehrer, der gern wissen möchte, wofür er sein Scherflein zuerst anlegen darf und mufs. Wird er in der „Physikalischen Technik" guten Rat finden?

Ganz und gar nicht können wir uns übrigens mit den Schlufssätzen der Vorrede einverstanden erklären: „Der Physiker hat kein besonderes Interesse daran, kleine Firmen zu unterstützen u.s.w. . . . durch viele kleine Werkstätten wird eine Unmasse minderwertiger Apparate verbreitet, die dem Unterricht mehr schaden wie nützen". Das ist doch nur sehr bedingungsweise richtig, soweit es sich nämlich um die physikalischen Spielwarengeschäfte und sogenannten ‚kleinen Krauter" handelt. Gerade der erfahrene Physiker weifs, dafs es (namentlich in den Universitätsstädten) eine Reihe vorzüglicher, sehr kleiner Firmen gibt, die mit grofser Sorgfalt und Liebe irgend eine Spezialität ausgebildet haben. Er wird sicher nicht alles von den mit Riesenkatalogen ausgerüsteten, sogenannten leistungsfähigen grofsen Firmen kaufen.

Diese Anstände vorausgeschickt, ist der Frick auch in seiner neuesten Gestalt ein sehr brauchbares Buch für jeden, der seine Erfahrungen bereits hinter sich hat. Die Ausstattung ist mustergültig — wie immer bei Vieweg.

Dr. B. D.

Jahrbuch der Naturwissenschaften 1903—1904. Herausgegeben von Max Wildermann. Freiburg, Herdersche Verlagshandlung.

Der Inhalt des Jahrbuches ist wiederum äufserst reichhaltig und wird jedem willkommen sein, der eine generelle Übersicht über die Leistungen der Naturwissenschaft sucht. Wir haben früher bereits unser rückhaltloses Einverständnis mit der Anordnung des Stoffes, sowie der Form der Behandlung ausgesprochen und haben dem jetzt nichts hinzuzufügen. Besonders geschickt ist wiederum, unter Hinweis auf die Literatur, ein Zuviel in den Einzelheiten vermieden. Sehr gut sind die Abschnitte über Kathodenstrahlen, Röntgen- und Radiumstrahlen. Die Überschrift: „Eine neue Art Licht" für die Blondlotschen N-Strahlen wünschten wir geändert. Falls diese Strahlen überhaupt existieren, haben sie mit Licht nichts zu tun. Das Jahrbuch der Naturwissenschaften sollte in keiner Bibliothek fehlen. D.

Dr. Karl Hofmann: Die radioaktiven Stoffe nach dem neuesten Stande der wissenschaftlichen Erkenntnis. II. Auflage. Leipzig 1904. Verlag von Johann Ambrosius Barth.

Die zweite Auflage des Heftchens wurde in verhältnismäfsig kurzer Zei nötig und beweist damit das rege Interesse, das man allenthalben den radioaktiven Stoffen entgegenbringt. Die Arbeit ist inzwischen nicht unbedeutend erweitert worden, die klare und leichtfafsliche Darstellung ist aber dieselbe geblieben. Allen, die sich in das Studium der radioaktiven Substanzen vertiefen wollen und nach einer Einführung suchen, sei das Hofmannsche Büchlein angelegentlich empfohlen. Ein guter und ziemlich ausführlicher Literaturnachweis erleichtert die Anschaffung der Spezialarbeiten. D.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



1903 Juli 15
5:31—10:47



1903 Juli 16
8:30—11:15



1903 Juli 20
8:58—12:58



1903 Juli 23
9:00—14:30



1903 Juli 24
9:00—14:30



1903 Juli 25
9:00—15:00

Photographische Aufnahmen des Kometen 1903c (Borrelly).

(Lick-Sternwarte.)



Die Stäbchen und Zapfen unseres Auges.

Von **Dr. Willy Kiesewetter** in Berlin.

Mutter Natur überschüttet uns von Geburt an so sehr mit geistigen und leiblichen Gaben, dafs wir, verwöhnt durch ihre Güte, nicht nur nicht daran denken, unsere gesunden Organe mit einem gewissen Gefühl dankbaren Verstehens und Begreifens zu gebrauchen, sondern sehr häufig, nicht zufrieden mit dem Gegebenen, Unmögliches herbeiwünschen.

Auch das eigene Können, die eigene Leistungsfähigkeit ist oft Grund genug zu einer gewissen Undankbarkeit gegen uns selbst als Schöpfungsprodukt. So soll Helmholtz einmal gesagt haben: Wenn ihm ein Optiker ein so minderwertiges Instrument brächte, wie es unser Auge sei, so würde er es ihm nicht abnehmen. Und doch äufserte derselbe Forscher an anderer Stelle gerade über das Auge folgendes, was übrigens auch für alle andern Organe gelten kann: „Hier falle das, was die Arbeit unermefslicher Reihen von Generationen unter dem Einflufs des Darwinschen Entwicklungsgesetzes erzielen kann, mit dem zusammen, was die weiseste Weisheit vorbedenkend ersinnen mag."

Gewifs ist das Auge in dioptrischer Beziehung kein Musterapparat, und doch kann es nur immer wieder trotz Astigmatismus und Chromasie durch seinen subtilen Bau und besonders durch die ausserordentliche Feinheit und das grofse Differenzierungsvermögen seines eigentlich perzipierenden Elementes, der retina, unsere ganze Bewunderung erregen.

Das Auge hat nicht allein Nachteile gegen unsere guten, sphärisch und chromatisch korrigierten optischen Systeme, sondern es hat sogar

grofse Vorzüge vor ihnen. Da ist z. B. die grofse Bewegungsfreiheit des Augapfels in seiner Höhle zu nennen, die das Auge zusammen mit dem an sich grofsen Gesichtsfeld unseren besten Weitwinkeln überlegen erscheinen läfst. Der Öffnungswinkel unserer Augen beträgt über 180°, das ist eine Apertur, wie wir sie bei keinem optischen System erreichen können. Ferner ist als Vorzug zu nennen das grofse und fast momentan auslösbare Akkomodationsvermögen (beim normalen Auge in den Grenzen zwischen 12 cm bis ∞). Ganz besonders schätzenswert für uns und interessant für den Physiologen wie für den Physiker ist aber die Fähigkeit des Auges, Farben zu unterscheiden.

Diese Fähigkeit kommt jedoch nicht allen Augen zu. So können z. B. alle jene Tiere, die im Dunkeln leben, als Fledermaus, Maulwurf, Nachtaffe, Igel etc. keine Farben, sondern nur noch hell und dunkel unterscheiden. Auch der total farbenblinde Mensch sieht die sonnigste Landschaft nur „Grau in Grau".

Ehe wir uns aber mit diesem Farbendifferenzierungsvermögen des Auges näher beschäftigen, wollen wir uns kurz noch einmal die Entstehung eines Bildes auf der retina, d. h. den Strahlengang im Auge bis zur Reizung der sensiblen Elemente vergegenwärtigen.

Der Gang der Lichtstrahlen im Auge unterliegt den Gesetzen der Brechung in Systemen sphärischer Flächen. Die von einem Objektpunkte ausgehenden Lichtstrahlen müssen, wenn dieser Punkt scharf gesehen werden soll, durch die verschiedenen brechenden Medien des Auges (Hornhaut, wässrige Flüssigkeit in der vorderen Augenkammer, Linse und Glaskörper) alle wieder zu einem Bildpunkte auf der retina vereinigt werden.

Auf der retina wird tatsächlich ein reelles, umgekehrtes und verkleinertes optisches Bild der äufseren Objekte entworfen, das man nicht nur an frisch ausgeschnittenen Augen nach vorsichtiger Entfernung der Mittelpartien der „harten Haut" (tunica sclerotica) und der Aderhaut (tunica choroïdea), sondern auch mit Hilfe des Augenspiegels am lebenden Auge beobachten kann. Ja sogar ohne Augenspiegel läfst sich das Netzhautbild erkennen, besonders gut bei blonden Personen mit hellblauen Augen, die wenig Pigment in der Aderhaut zu haben pflegen.[1])

Man läfst zu diesem Zwecke im dunkeln Zimmer das Auge so drehen, dafs die Hornhaut im äufseren Augenwinkel steht und daher

[1]) v. Helmholtz, Handbuch der physiologischen Optik 1896.

die innere Seite der weifsen Sehnenhaut im mittleren und inneren Teile der Augenlidspalte erscheint. Hält man dann, vor dem zu beobachtenden Auge stehend, eine brennende Kerze jenseits der Sehachse, so läfst sich durch die weifse Sehnenhaut hindurch das umgekehrte Flammenbild auf der inneren Seite der Netzhaut erkennen.

Die Netzhaut oder retina ist es nun besonders, die uns bei unseren weiteren Betrachtungen interessiert. Sie liegt (Fig. 1) im Hintergrunde des Auges zwischen Glaskörper und Aderhaut und ist eine flächenförmige Ausbreitung von Nervenmasse. An ihrer dicksten Stelle mifst sie 0,22 mm, nach vorn zu wird sie dünner und mifst an

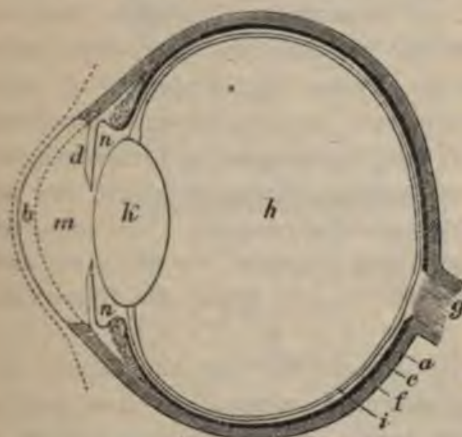


Fig. 1.

a) Harte oder weifse Haut sclerotica.
b) Hornhaut cornea.
c) Aderhaut choroïdea.
d) Regenbogenhaut iris.
g) Sehnerv, nervus opticus.
h) Glaskörper, corpus vitreum.
i) Netzhaut retina.
k) Linse.
m) Vordere Augenkammer.
n) Citiarmuskel.
o) Netzhautgrube forea centralis.
p) Blinder Fleck.

ihrem vorderen Rande 0,09 mm. Die retina besteht aus zehn Schichten, von denen uns besonders die vorletzte Schicht, vom Glaskörper aus gerechnet, interessiert, d. i. die Schicht der Stäbchen und Zapfen (Fig. 2).

Während die retina die membranartige Ausbreitung des Sehnerven bildet, die gewissermafsen als Mattscheibe der Augencamera obscura das durch die Linse entworfene Bild auffängt, führt der Sehnerv selbst dem Augapfel sehr feine Nervenfasern zu, die an ihrer Eintrittsstelle nach allen Richtungen über die vordere Fläche der Netzhaut ausstrahlen. An ihren Enden gehen sie in eigentümliche Verdickungen über. Zuerst zeigen sie Zellen und Kerne, wie sie auch in der grauen Nervensubstanz des Gehirns vorkommen. Dann aber bilden sie sich an der hinteren Seite der retina zu einem Mosaik perzipierender Punkte aus. Feine zylindrische Stäbchen wechseln, scheinbar willkürlich und regellos mit etwas dickeren flaschenförmigen Gebilden, den Zapfen, ab. Und zwar lehrt uns die Anatomie der Netz-

haut, dafs sich die Zapfen auf der Netzhautgrube (fovea centralis), auf der Stelle des deutlichsten Sehens und auf einem Teil der Umgebung, der macula lutea, gesondert von den Stäbchen befinden, während auf der übrigen Netzhaut beide Elemente vertreten sind, so zwar, dafs nach dem Rande zu die purpurhaltigen Stäbchen an Zahl die Zapfen übertreffen.

Diesen Netzhautelementen fällt die Aufgabe zu, gewisse Schwingungen des Lichtäthers, die wir deshalb Licht nennen (im Gegensatz zu den nicht leuchtenden und mit anderen Organen wahrnehmbaren Wärmestrahlen oder auch im Gegensatz zu den chemischen Strahlen), in einen Nervenreiz zu verwandeln. Objektives Licht von genügender Intensität, welches auf ein Stäbchen oder einen Zapfen der retina auftrifft, bringt durch gewisse Veränderungen in diesen Endorganen einen Erregungszustand der mit ihnen verbundenen Nervenfasern zu stande, welcher, dem Zentralorgan der Lichtempfindung in der grauen Rinde der Grofshirnhemisphären zugeführt, den subjektiven Eindruck der Lichtempfindung erzeugt. Es entspricht übrigens dem Mosaik von Zapfen und Stäbchen der retina ein ebensolches Mosaik von Ganglienzellen in der Rinde des Hinterhauptlappens unseres Gehirns.

Zurückkehrend zur Betrachtung der Stäbchen und Zapfen, werden wir zuerst zwei Fragen aufwerfen müssen. 1. Aus welchem Grunde sind die Endglieder des nervus opticus nicht einheitlich gestaltet und weshalb lassen sie gerade eine deutliche Zweiteilung erkennen? 2. Welchen Zweck hat das völlige Fehlen der Stäbchen in der fovea centralis und ihr Überwiegen in den peripheren Partien der retina?

Zur Beantwortung der zweiten Frage werden wir uns daran erinnern müssen, dafs die fovea centralis diejenige Stelle der Netzhaut ist, mit der wir sehen, wenn wir einen Gegenstand scharf und deutlich ins Auge fassen, d. h. wenn wir ihn fixieren. Wir werden also bei teleologischer Auffassung und Betrachtung ohne weiteres schliefsen dürfen, dafs die Zapfen diejenigen Elemente sind, die uns das Sehen im gewöhnlichen Sinne beim deutlichen Einstellen der Objekte auf der retina vermitteln, ohne dabei zunächst über die Stäbchenfunktionen etwas aussagen zu können.

Wir werden aber auch diesen Netzhautelementen nicht ohne weiteres eine Zweckmäfsigkeit absprechen dürfen, sondern eine gewisse Arbeitsteilung zwischen Stäbchen und Zapfen annehmen können, ja wir müssen sogar den Stäbchen ebenfalls ein völliges Sehver-

mögen zugestehen, nur in etwas anderem Sinne als den Zapfen, denn die Zoologie lehrt uns, dafs sich z. B. bei der Eule auch an der Stelle des deutlichsten Sehens Stäbchen vorfinden, ja dafs es sogar Nachttiere gibt, deren retina überhaupt keine Zapfen, sondern nur Stäbchen zeigt. „Stäbchenseher“ nannte man diese Tiere, die besonders im Dunkeln, d. h. bei sehr geringen Lichtintensitäten sehen müssen.

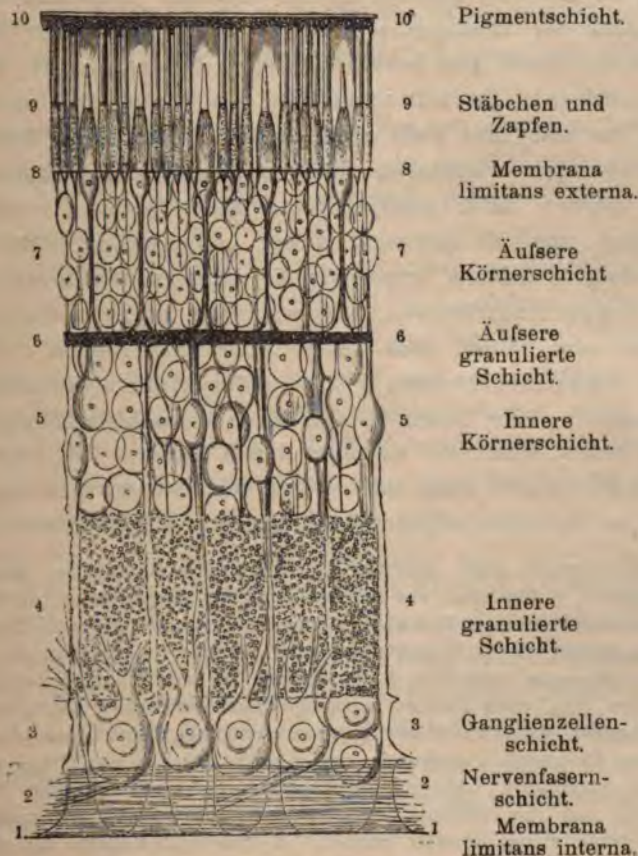


Fig. 2.

Man darf daher wohl die Stäbchen mit dem Namen „Dunkelapparate“ belegen.

Um über die Arbeitsteilung zwischen Stäbchen und Zapfen speziell am menschlichen Auge näheres zu erfahren, können wir einen sehr lehrreichen Versuch anstellen, der unter dem Namen „Purkinjesches Phänomen“ den Physiologen und Physikern bekannt ist.

Man nehme zu diesem Zwecke eine Pappe, die ungefähr $^1/_2$ m im Geviert hat und überziehe sie zur Hälfte mit rotem, zur anderen Hälfte mit blaugrünem Papier. Beleuchtet man die beiden farbigen Hälften z. B. mit einer Bogenlampe, so erscheinen bei zweckmäfsiger Stellung der letzteren beide Hälften gleich hell, wenn schon die Helligkeitsbeurteilung verschiedenfarbiger Felder mit Schwierigkeiten verknüpft ist und eine gewisse Übung erfordert. Schwächt man dann die Intensität der Lichtquelle gradatim ab[2]), so ändert sich das Helligkeitsverhältnis der beiden farbigen Felder derart, dafs rot dunkler erscheint. Es tritt schliefslich ein Punkt ein, bei dem wir nur noch das blaugrüne Feld erblicken, aber nicht mehr farbig, sondern in einem grau-weifslichen „düsternebelgrauen" Schimmer.

Wir machen dabei auch noch die zuerst paradox erscheinende Beobachtung, dafs die Intensität dieser „düsternebelgrauen" Fläche sich zu steigern scheint, wenn wir sie nicht mit der fovea centralis (wo nur Zapfen sind) fixieren, sondern wenn wir den Blick etwas nach oben oder unten, nach rechts oder links richten und so das Bild der schwachleuchtenden Fläche auf periphere Netzhautgebiete fallen lassen.[3]) Wir scheinen also die schwachleuchtende Fläche besser zu sehen, wenn wir sie nicht direkt fixieren. So paradox das auch anfangs klingen mag, so selbstverständlich wird es uns, wenn wir uns an die Beschaffenheit der retina der Nachttiere erinnern.

[2]) Man erzielt diese schrittweise Intensitätsabnahme am besten und gleichmäfsigsten, indem man vor die beleuchtende Bogenlampe (am besten in einer Projektionskamera) 2 Nikolsche Prismen (unter 68° zugeschliffene Rhomboeder aus isländischem Doppelspat) setzt. Diese polarisieren das von der Bogenlampe erzeugte natürliche Licht so, dafs der erste Nikol (Polarisator) von dem in allen möglichen Ebenen schwingenden natürlichen Licht zwei senkrecht zueinander stehende Schwingungen bevorzugt, deren eine (die parallel zur kürzeren Diagonale der rhomboedrischen Endflächen des Nikol schwingt) den Kristall durchläuft, während die dazu senkrecht schwingende Welle (die wegen ihres von der ersteren verschiedenen Brechungsindex unter einem anderen Winkel in den Kristall eintritt) an der den Kristall von der einen zur andern stumpfen Ecke diagonal durchziehenden Trennungsschicht aus Kanadabalsam total reflektiert und in den geschwärzten Wandungen der Fassung absorbiert wird. Der andere Nikol (Analysator) läfst die erstgenannte Welle nur hindurch, wenn er mit dem Polarisator parallel steht, vernichtet ihre Intensität jedoch völlig, wenn er um 90° gedreht wird. Dazwischen sind alle möglichen Abstufungen in der Intensität gegeben von der gröfsten Helligkeit bis zu völliger Dunkelheit.

[3]) Diese Versuche müssen natürlich im verdunkelten Zimmer angestellt werden. Man kann übrigens die Helligkeitsverschiedenheit der roten und blaugrünen Fläche auch beobachten, wenn man sie am Tage und bei einbrechender Nacht betrachtet. Auch in dunkler Nacht, wenn alle anderen Farben fehlen, sieht man noch das Blau des Himmels.

Dort fanden sich ja nur Dunkelapparate, nur Stäbchen, und was tun wir anderes durch Drehen des Auges, als dafs wir nur diejenigen Partien unserer Netzhaut zur Perzeption kommen lassen, auf denen sich auch bei uns nur oder fast nur Stäbchen befinden?

Dafs Rot eher verschwindet als Blaugrün, liegt an der gröfseren Blaugrünempfindlichkeit der Stäbchen. Bei genügender Herabminderung der Lichtintensität, wenn nur noch die Stäbchen am Sehen beteiligt sind, ähneln wir den total Farbenblinden, die, wie schon oben bemerkt, auch das farbenprächtigste Blumenbeet nur Grau in Grau sehen.

Verweilen wir übrigens längere Zeit im Dunkeln, so sehen wir die Erscheinungen bedeutend besser, da die Stäbchen die Fähigkeit besitzen, ihre Empfindlichkeit im Dunkeln ganz bedeutend zu erhöhen (Dunkeladaptation).

Noch überzeugender und frappierender wird der Versuch, wenn man ihn mit einer kleinen Abänderung wiederholt. Man lasse jetzt nur die Zapfen am Sehen teilnehmen und schalte die Stäbchen ganz aus. Das erreicht man dadurch, dafs man die farbigen Felder bedeutend verkleinert, etwa durch Überdecken mit einer schwarzen Pappe, die in der Mitte einen kleinen, etwa 4 cm im Quadrat messenden Ausschnitt hat, der eben nur eine zweifarbige Fläche von 4 cm^2 frei läfst. Diese kleine Fläche erregt bei einem etwa 2–3 m entfernten Beobachter nur noch eine Stelle der retina von der Gröfse der fovea centralis, so dafs also beim Fixieren tatsächlich die Stäbchen völlig ausgeschaltet sind. Schwächt man nun wieder die Intensität der Lichtquelle ab, so wird man keine Helligkeitsdifferenz zwischen beiden farbigen Feldern konstatieren können; sie bleiben farbig und gleich hell, bis man überhaupt nichts mehr sieht. Entfernt man jetzt die bedeckende schwarze Pappe, so dafs wieder gröfsere Gebiete der Netzhaut am Sehen teilnehmen, so tritt momentan wieder das Purkinjesche Phänomen ein, d. h. Rot wird nicht und Blaugrün wird schwach „düsternebelgrau“ gesehen.

Mit diesen so gewonnenen Erkenntnissen können wir nun auch z. B. die gespensterhafte Erscheinung der hin- und herhüpfenden Irrlichter erklären, die schon so manchen von uns in schlaflosen Nächten durch ihr plötzliches Verschwinden und Wiederauftauchen geneckt haben.

Durch die Vorhänge unseres Schlafgemaches dringt ein fahler Schimmer des bleiernen Mondlichtes. Die Helligkeit ist aber zu gering, als dafs unsere Zapfen darauf schon reagieren könnten, nur

die peripheren Netzhautgebiete empfinden das fahle Stäbchenweifs. Irgend ein etwas bestimmter definierter Punkt an der dem Fenster gegenüberliegenden Wand erregt plötzlich unsere Aufmerksamkeit. Halb schlummernd, halb wachend suchen wir ihn zu fixieren, doch die ungenügende Empfindlichkeit der Zapfen auf der fovea centralis spielt uns einen Streich. Wir können den Punkt nicht fixieren, er nimmt keine feste Gestalt mit scharfen Umrissen an, und so bewegt sich das Auge unwillkürlich, um diejenigen Stellen zur Aufnahme des geringen Lichtschimmers kommen zu lassen, die empfindlicher sind, nämlich die Stäbchenpartien. Wir sehen zur Seite, d. h. der Punkt scheint unsern Blicken auszuweichen. Wir suchen ihn also wieder zu fixieren. Dasselbe Spiel beginnt und macht auf die noch im Halbschlummer gefangenen Sinne den Eindruck von etwas Aufsergewöhnlichem, Gespensterhaftem.

Wir haben auf der Netzhautgrube ungefähr 60 000 Zapfen, von denen jeder eine gesonderte Nervenleitung zum Gehirn besitzt, während von den ca. 120 Millionen Stäbchen der übrigen retina viele gemeinschaftlich sich in eine Nervenleitung teilen und so gewissermafsen mit vereinten Kräften an je einem Nervenstrang ziehen. Daraus erklärt sich ohne weiteres die additive Wirkung der Stäbchen und ihre gröfsere Empfindlichkeit gegen geringere Reizstärken.

Wir können also noch einmal zusammenfassend sagen: Die Stäbchen sind unsere Dunkelapparate, die uns farblose Eindrücke bei geringer Intensität übermitteln, die Zapfen dagegen lassen uns die scharfen Umrisse der Objekte und ihre Farbenpracht erkennen.

So interessant diese Tatsachen für den Laien sind, so wichtig ist ihre Kenntnis für den forschenden Physiologen und Physiker, da der Experimentator durch die verständnisvolle Anwendung dieser Kenntnisse vor manchem übereilten Schlusse[4]) bewahrt wird, den er ohne sie vielleicht zu ziehen geneigt wäre.

[4]) Vgl. das Referat über die n-Strahlen Heft 8 S. 381.
Auch hier darf man wohl annehmen, dafs Blondlot ähnlichen Täuschungen unterlegen ist, wie wir sie bei der Betrachtung kleiner Flächen erwähnten, denn auch bei seinen Untersuchungen kamen nur kleine Flächen im verdunkelten Raum zur Beobachtung.





Die Natur der Kirgisensteppe.

Von A. Ssolowjew in St. Petersburg.

Es ist möglich, dafs einige der Leser unseres Artikels „Unter den Kirgisen“[1]) den Wunsch empfunden haben, sich etwas näher mit der physisch-historischen Umgebung bekannt zu machen, welche die Lebensweise dieses Volkes bedingt und sich so oder in ähnlicher Weise in seinem physischen Typus und Charakter abspiegelt. Indem wir dem Wunsche des geschätzten Lesers entgegenkommen, schlagen wir ihm vor, mit dem Verfasser in Gedanken eine Expedition in die innere Kirgisensteppe zu unternehmen, und zwar in den Kreis Akmolinsk, wo wir uns mit den charakteristischsten Zügen des im vorigen Artikel besprochenen Gebietes bekannt machen wollen.

Eine mehr oder minder erträgliche Reise in die Steppe ist nur auf den Post- und Administrationswegen möglich (Post- und Land-Trakte) und geht in althergebrachter russischer Weise vor sich. Eine vor die russische Reisekutsche, den Tarantafs, gespannte Troika von Pferden mit dem Glöcklein unter der Dugá, führt den Reisenden von Station zu Station, wo die Pferde beständig gewechselt werden. Nach dem von der Regierung festgesetzten Reglement soll die Fahrt mit einer Geschwindigkeit von mindestens 10 Werst pro Stunde vor sich gehen; die Zeit für das Wechseln der Pferde ist mit 15 Minuten festgesetzt. Der Preis beträgt pro Werst und Pferd $1^1/_2$ Kopeken, d. h. $4^1/_2$ Kopeken für die ganze Troika. Nach einem ebenfalls von der Regierung genehmigten Tarife kann man auf den Stationen einen Imbifs zu sich nehmen und Tee trinken: 10 Eier kosten 10 Kopeken, ein Topf Milch (etwa $2^1/_2$ Liter) 5 Kopeken, das Füllen des Shamowars 10 Kopeken usw. Wünscht jedoch der Reisende etwas mehr Bequemlichkeiten zu haben, so macht er die Reise mit seinem eigenen Fuhrwerk, indem er sich zugleich mit einem „offenen Schreiben“ seitens der Regierung versieht, welches den Inhabern der Stationen die sofortige Lieferung von Pferden zur Pflicht macht. Man reist Tag und

[1]) Himmel und Erde 1903 XV. 8.

Nacht; in dem Fuhrwerk ifst man, trinkt man, und schläft man, indem man es sich so bequem wie möglich zu machen sucht. Auf diese Weise werden gewaltige Entfernungen in verhältnismäfsig kurzer Zeit zurückgelegt. Der Verfasser dieses Artikels legte beispielsweise auf diese Art von beschleunigter Beförderung die Reise von Petropawlowsk nach Akmolinsk (etwa 600 km) in drei Tagen zurück. Eine solche Geschwindigkeit ist jedoch nur auf den „offiziellen" Wegen zu erreichen. Auf den abseits von der Heerstrafse gelegenen Wegen können Menschen nur reitend vorwärts kommen, während Güter auf Kamele geladen werden.

Wir befinden uns jetzt also auf der Reise von Petropawlowsk nach Akmolinsk und erwachen an einem schönen Frühlingsmorgen in unserem Tarantafs mitten in der typischen Steppe.

Rings um uns herum, soweit das Auge reicht, ist eine vollkommen gleichförmige Gegend von gewaltiger Ausdehnung. Dieser ganze unermefsliche Raum ist infolge des geschmolzenen Schnees und der im April und Mai erfolgten warmen Regenschauer mit einem herrlichen Teppich der üppigsten Gras-Vegetation bedeckt. Bei der Betrachtung der Flora fällt uns zunächst eine Erscheinung auf, welche zum Teil auch für die Fauna der Kirgisensteppe eine besondere Bedeutung hat. Der vor unseren Augen sich ausbreitende üppige Pflanzenteppich, der sich über mehr als zehn Werst erstreckt, setzt sich nur aus einer geringen Zahl verschiedener Arten zusammen, welche dafür aber in einer enormen Menge vertreten sind. Es kommt vor, dafs Strecken von einigen zehn Quadrat-Kilometern fast nur mit einer dieser Arten bedeckt sind. Diese Hauptpflanzen sind: Pfriemengras in zwei Arten: Stipa pennata und Stipa capillata, Schwingel, verschiedene Arten von Wermut, die wilde Luzerne, welche in der Steppe auch „deutsche" Luzerne genannt wird. Nach den vorherrschenden Arten unterscheidet man: Pfriemengras-, Schwingel- und Wermut-Steppe, da diese Pflanzen die charakteristischste Erscheinung bilden. Ein leichter Wind, der die wolligen Spitzen der reifen Stipa capillata in Bewegung setzt, läfst darauf silberfarbene und stahlblaue Wellen entstehen, bei deren Anblick man mit Macht an das Meer erinnert wird, mit dem man die Steppe ohnedies oft und gern wegen ihrer gewaltigen Ausdehnung und Unbegrenztheit vergleicht. Aufser den erwähnten Gramineen, Kompositeen und Papilionazeen kommen noch Salsazeen, Kruziferen, Labiaten und Cyperazeen vor. Die Flora der Kirgisensteppe ist, was ihre Zusammensetzung anbelangt, im höchsten Grade mannigfaltig und originell. Kaum die Hälfte aller hier vor-

kommenden Grasarten sind auch den Steppen des europäischen Rufslands eigentümlich, während alle übrigen ausschliefslich für die von uns besprochene Gegend wie überhaupt für die Aralo-Kaspische Niederung charakteristisch sind. Die russischen Forscher entdeckten allein von Astrogalus 30 neue Arten, sowie 10 neue Salsolazeen-Arten.

Es ist auffallend, wie sich die Vegetation je nach der Lage oder der Beschaffenheit des Bodens verändert: ob sie an Flüssen oder Seen auftritt, auf ausgelaugtem Boden oder in der Waldsteppe, ob auf vollkommen ebenem oder hügeligem Gelände, ob auf feuchtem oder trockenem Boden. Man kann hier stellenweise einen stummen, aber erbitterten Kampf ums Dasein zwischen den einheimischen Pflanzen der örtlichen Flora und den Eindringlingen aus dem europäischen Rufsland beobachten. Aufserdem bringen einige Gelehrte der örtlichen Flora ein besonderes Interesse entgegen, weil die Oberfläche der Kirgisensteppe noch im quartären Zeitalter vom Meere bedeckt war, der Pflanzenbestand also noch sehr jung sein mufs; äufserst interessant wäre es, zu erforschen, wie sich dies im qualitativen und quantitativen Bestande bemerkbar macht[2]).

An Baumbestand hat die Steppe nur sehr wenig aufzuweisen. Ausnahmsweise kommen einige Fichtenwälder in den Kreisen Koktschetaw und Akmolinsk, sowie in der Provinz Semipalatinsk auf dem Kolbinschen Bergrücken, und ferner an einigen Stellen in den Kreisen Semipalatinsk und Pawlodarsk vor. Längs der Flüsse ist der Baumwuchs etwas häufiger. Besonders charakteristisch sind: eine besondere Eschenart (fraxinus potamophylla Herd) und vier Pappelarten, sowie auch Weiden. Für die Steppenflora jedoch am charakteristischsten sind die in dichten Haufen vorkommenden strauchähnlichen Pflanzen und zwar in der Hauptsache: Spierstrauch (Spirea hypericifolia Lam. und Caragana frutescens Dc., und in den südlicheren Gegenden Haloxylon Ammodendron. Besonders interessant sind diese Sträucher durch ihre Anpassung an die Eigentümlichkeiten des Klimas: alle sind krumm gewachsen, die Blätter sind entweder grau oder von silberheller Farbe, der Stamm ist knotig.

Der Graswuchs und die übrige charakteristische Steppenvegetation, die Ebenheit und die Armut an fliefsendem Wasser, worüber später die Rede sein wird, sind die Hauptfaktoren, welche die typische Erscheinung der Steppe hervorbringen.

---

[2]) v. Cotta, Der Altai.

Wir wollen nun zur Fauna dieser typischen Steppe übergehen. Die Säugetiere (Mammalia) sind hier im wilden Zustande äufserst spärlich anzutreffen. Nur selten passiert es dem Wanderer, dafs sein Weg von einem Hasen gekreuzt wird, oder dafs er den kecken Pfiff eines Murmeltiers erschallen hört. Dies kommt höchstens in der Nähe von Anhöhen vor, wo sich die Mammalia hauptsächlich zusammenfinden. Im äufsersten Süden der Steppe trifft man eine Pferdeart (Equus hemionus) sowie die Saiga-Antilope (Antilopa subgutturosa) an. Dafür haben aber die ausgedehnten Weideplätze, die von der Natur gleichsam selbst mit den allerbesten Futterpflanzen besät werden (Pfriemengras, Schafschwingel, Klee, Luzerne) dem Menschen die Möglichkeit gegeben, hier hunderttausende der nützlichsten Haustiere zu züchten. Das Gedeihen der Pferde, Kameele, des Hornviehs und in erster Linie der Schafe war die Veranlassung, dafs die Bewohner der Steppe Tierzüchter und Nomaden wurden.

Die Kriechtiere mit ihren Vertretern: der gemeinen Eidechse (Lacerta vivipara), der Steppeneidechse (Lacerta muralis), sowie grauen und schwarzen Schlangen kommen ebenfalls äufserst selten vor.

Dagegen gibt es massenhaft viel Insekten und Vögel in der Steppe, und werden die gefiederten Bewohner hauptsächlich durch die ersteren dorthin gelockt. Im wahrsten Sinne des Wortes kann man die Steppe als das Reich der Vögel bezeichnen. Hauptsächlich sind die kleineren, zu den Sperlingsfamilien (Passeres) gehörigen Arten vertreten, und zwar kommen von diesen die Lerchen am zahlreichsten vor. Dies sind wohl die einzigen Sänger der Steppe, aber sie zählen dafür auch nach Tausenden und Millionen; ihre lustigen Triller ertönen unaufhörlich an allen Enden der endlos grofsen Steppe vom frühen Morgen bis zum späten Abend und verstummen erst gegen Ende Juli, d. i. bei Beginn der Paarungszeit. Der Gesang dieses gefiederten Völkchens erscheint einem inmitten der gewaltigen, lautlosen Steppe wie derjenige der Nachtigall von Kursk. Es sind hier verschiedene Lerchenarten vertreten: die Feldlerche (Alauda arvensis), die sibirische Lerche (Alauda sibirica), die Steppenlerche (Melanocorypha calandra Boie) usw.

Abgesehen von ihrem Gesang erfüllt die Lerche das Herz des Nomaden mit besonderem Entzücken, wenn sie ihm als erster Bote des herannahenden Frühlings erscheint. Die russischen Bauern sowie die Kosaken backen zur Zeit des Erscheinens der ersten Lerchen aus Sauerteig Brot, dem sie die Gestalt eines Vogels geben und das von ihnen „Lerchenbrot“ genannt wird. In der Tat gehört die Lerche

zu den ersten Frühlingsboten, denn sie erscheint um den 21. März herum.

Ferner finden sich zwei Arten von Staren vor: der gemeine Star und der rote Star. Interessant ist, dafs letzterer sich in solchen Jahren massenhaft einfindet, in denen die Wanderheuschrecke besonders zahlreich auftritt. Sehr verbreitet sind auch die Schwalben: die Hausschwalbe und die Rauchschwalbe; die Familie der Meisen; die Familie der Bachstelzen usw. Saatkrähen, Elstern, Dohlen, Raben und Sperlinge halten sich auch hier in der Nähe menschlicher Behausungen auf und nisten in den Winterwohnungen der Kirgisen; beim Wechseln der Weideplätze ziehen sie den Herden nach. Es ist bemerkenswert, dafs der Sperling in den vierziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, zur Zeit der Ansiedelung russischer Bauern, zuerst in der Steppe aufgetreten ist.

Die enorme Menge der von uns beschriebenen kleinen, schwachen und schutzlosen Vögel bietet ein ergiebiges Feld für die Raubvögel, deren es hier in der Tat auch eine ganze Menge gibt. Diese Vögel suchen die offene Steppe übrigens nur dann auf, wenn sie sich ihre Mahlzeiten holen; die Horste befinden sich gewöhnlich auf den Bergen und Bergkuppen. Wir wollen uns darauf beschränken, die interessantesten Arten näher ins Auge zu fassen.

Der Königsadler, von den Kirgisen „Karagun“ genannt, kommt sowohl in der Steppe als auch auf den Bergen sehr selten vor. Die Kirgisen ehren diesen Vogel sehr, da er sich als treuer Frühlingsbote erweist. Der erste Königsadler ruft allgemeine Freude hervor; zu Ehren dieses Adlers wird ein Hammel geschlachtet, der vom ganzen Aul verspeist wird. Wer einen solchen Vogel tötet, ladet den Zorn des ganzen Auls auf sich. Der Steinadler (Aquila chrysaëtos L.), von den Kirgisen „Giski-Burkut“ genannt, kommt ebenfalls selten vor. Trotzdem verstehen es die Kirgisen, diese Tiere einzufangen, von denen sie oft beträchtliche Mengen besitzen. Sie richten diesen Adler zur Jagd ab und schätzen die besten Exemplare sehr hoch. Dem Verfasser ist ein Fall bekannt, in welchem für einen Steinadler 200 Schafe, d. h. etwa 500 Rubel, gezahlt wurden, und soll ein solcher Preis durchaus nicht zu den Seltenheiten gehören. Stirbt ein Adler, so wird er feierlich begraben; ein altes, zur Jagd unbrauchbar gewordenes Exemplar wird auf den Gipfel irgend eines Berges getragen und von hier aus in Freiheit gesetzt. In der Steppe kommen ferner Geier, Habichte usw. vor.

Die Passeres und Raptatores sind unstreitig die am meisten ver-

breiteten und charakteristischsten Bewohner der Kirgisensteppe. Von den übrigen Ordnungen will ich nur noch diejenigen Arten nennen, welche von der einheimischen Bevölkerung gejagt werden. Im Vordergrunde des Interesses steht hier die Familie der Trappen aus der Ordnung der Sumpfvögel, die durch zwei Arten vertreten ist: den grofsen Trappen und den kleinen Trappen. Sehr interessant ist die Jagd auf die erstgenannte Art. Ein Zug von 3 bis 5 Stück dieser gewaltigen Vögel ist sehr häufig anzutreffen, bisweilen kann man sogar 10 Stück zusammen sehen. Da die Trappen sehr scheu sind, kann man nur zum Schusse kommen, indem man sich ihnen durch „Heranfahren", wie sich die Jäger ausdrücken, nähert. — Man bildet einen weiten Kreis um die Vögel und verengert denselben fortwährend, indem man mit den Wagen, die mit Kamelen bespannt werden, beständig vorgeht. Es ist beobachtet worden, dafs die Trappen einen Wagen sowie einen Reiter auf einem Kamele weniger fürchten als einen Reiter zu Pferde oder gar einen Menschen zu Fufs. Indem die Jäger sich nun auf Schufsweite genähert haben, geben sie je einen Schufs auf die sitzenden und einen zweiten auf die fliegenden Vögel ab. Zwei gute Schützen können so zwei bis drei Stück zur Strecke bringen. Die nicht getroffenen Vögel lassen sich gewöhnlich in einer Entfernung von einem Werst nieder, so dafs die Jäger sich von neuem zum Schusse heranschleichen können. Eine tägliche Jagdbeute von 10—12 Stück solcher Vögel ist nichts Aufsergewöhnliches.

Von den Hühnervögeln kommen in der typischen Steppe Wachteln, und als vorübergehende Besucher das graue und weifse Rebhuhn vor.

In bezug auf die Insektenfauna ist im allgemeinen zu erwähnen, dafs dieselbe einen Übergang von der Fauna der westsibirischen Ebene zu der Fauna der aralo-kaspischen Niederung bildet, sich in derselben aber auch eine sehr eigenartige und charakteristische Steppenfauna vorfindet. Es kommen hier besonders viel Grillen und Wanderheuschrecken vor, welche durch die Vollkommenheit ihrer Schutzfärbungen sehr interessant sind. Zu Beginn des Frühlings, wenn alles grün ist, sieht man nur hellgrüne Grillen. Fängt jedoch das Gras um die Mitte des Sommers an gelb zu werden und sich mit schwarzbraunen Punkten zu bedecken, so ändern auch die Insekten ihre Farbe. Diejenigen Arten, welche gewöhnlich umherhüpfen und sich auf die gelben Stengel des Grases setzen, haben gelbliche Färbung, die derjenigen des trockenen Grases täuschend

ähnlich sieht. Dagegen haben die sich mehr am Erdboden aufhaltenden Arten eine dunkelbraune Färbung mit Pünktchen, so dafs sie von weitem nur sehr schwer von der Farbe des Erdreichs zu unterscheiden sind. Sehen wir uns jedoch im Sommer die um die Seen herum wachsenden Gräser an, die sich alle durch eine hellgrüne Farbe auszeichnen, so finden wir hier wieder grofse, hellgrüne Heuschrecken. Betrachten wir ferner die Abhänge der Berge, welche gewöhnlich mit Trümmern harter Gesteinmasen von verschiedener Färbung bedeckt sind, so können wir hier bunte Heuschrecken wahrnehmen: graue, mit schwarzen und rötlichen Pünktchen.

Wie wir gesehen haben, treten weder im Relief der Gegend noch in der Fauna und Flora der typischen Steppe selbst zur günstigsten Jahreszeit keine Landschaftsbilder hervor, welche man als schön bezeichnen könnte, und trotzdem ist die Steppe schön. Der eigentümliche Zauber derselben liegt in der Majestät der uns umgebenden gewaltigen, endlosen Natur; der Eindruck, den ein die Steppe zum erstenmal betretender Mensch von derselben empfängt, ist ein für sein ganzes Leben unauslöschlicher. Die verschiedenartigen Empfindungen, hervorgerufen durch die grenzenlose, traurige, einförmige Fläche, die feierliche Stille, die über der ganzen Natur liegt, in der der Mensch mit unwiderstehlicher Macht zur Bewunderung des göttlichen Schöpfungswerkes hingerissen wird, — sie alle sind zum Ausdruck gebracht in den eintönigen, langgezogenen, melancholischen Liedern und Gesängen der Söhne dieser Steppe.

Der von uns beschriebene Typus ist jedoch nicht der einzige des unter dem Namen der Kirgisensteppe zusammengefafsten Gebiets, wir müssen vielmehr noch mindestens zwei andere Typen unterscheiden. Einen derselben wollen wir nach dem Beispiele eines russischen Forschers als „See- und Flufs-Facies“ bezeichnen (dieser Ausdruck wird in der Literatur über diese Gegenden mit besonderer Vorliebe angewendet), während der andere Typus die Stellen um die Abhänge der Berge herum umfafst (Ssopkas und Mjelkofsopotschnick).

Indem wir uns zunächst der Betrachtung der Fauna und Flora der an den Flüssen, Seen und Tumare, d. h. im Sommer ausgetrockneter kleiner Seen, gelegenen Stellen zuwenden, bietet sich uns ein von der typischen Steppe im allgemeinen vollkommen verschiedenes Bild dar. Unter den hier vorherrschenden Pflanzen spielen die Ranunculazeen, Nymphazeen, Chenopodiazeen und Cyperazeen die gröfste Rolle.

Noch richtiger kann man diese Facies in eine Sumpfwiesen- und eine Salzmoor-Facies einteilen. In der Tat bildet auch die Flora an den Ufern der Salzseen und auf dem Boden der ausgetrockneten Seen, dem Salzmoor, einen vollkommen eigenartigen, originellen Pflanzentypus.

Es ist auffallend, dafs die Flora dieser Gegend, welche im Vergleich zur typischen Steppe nur einen verhältnismäfsig kleinen Raum einnimmt, bedeutend mehr Familien und Arten aufzuweisen hat.

Ein noch gröfserer Unterschied zeigt sich zwischen der Vogelwelt der Seen- und Flufs-Facies und derjenigen der typischen Steppe. Dieselbe Rolle, welche in letzterer die Passeres spielen, spielen in ersterer die verschiedenartigsten Natatores. Wir wollen hierbei gleich bemerken, dafs die Familie der Columbidae mit der Art Columbus articus L. und verschiedene Arten der Familien Podicipidae die Salzwasserseen bevorzugen, während die Familie der Anatidae (Enten) und die Familie der Anseridae (Gänse) im Gegenteil die Südwasserseen mit Vorliebe aufsuchen. Besonders reich und mannigfaltig vertreten ist hier die Familie der Enten.

Die Gänse sind ebenfalls durch drei Arten vertreten: Anser albifrons Bechst., A. segetum Bechst., A. cinerus Meyer. Die Gattung Höhlenente (Tadornis) ist vertreten durch T. casarca Pall., die Fuchsente, welche in den Salzseen vorkommt, und T. cornuta Gmel., welche die Süfswasserseen bevorzugt. Es bedarf wohl keiner weiteren Erwähnung, dafs alle diese Entenarten wegen ihres schmackhaften Fleisches und der Federn auf das eifrigste gejagt werden.

Ferner halten sich in der Nähe des Wassers einige Arten der Lauridae, Fuligulidae, Cygnidae usw. auf.

Von anderen Ordnungen der Vögel kommt in der Nähe der Steppenseen am häufigsten die Ordnung der Grallatores, und zwar die Familie der Scolopacidae, vor. Auf den Steppenseen mit reinen, sandigen Ufern sieht man gewaltige Mengen von Tringa Temmincki Leist. Auf den Salzwasserseen mit zerklüfteten Ufern erblickt man in nicht geringerer Anzahl: Phalaropus hyperboreus L und Totanus pugnax Briss. Zahlreich ist hier auch die Gattung Scolopax vertreten durch fünf Arten. Die Jagd auf diese Vögel ist ebenfalls interessant. Sie sind gröfstenteils klein, aber dafür fliegen sie in grofsen Zügen, und zwei aus einer doppelläufigen Jagdflinte hintereinander abgegebene Schüsse können 10—15 Stück zur Strecke bringen.

Von anderen Familien derselben Ordnung sind zu erwähnen die Rallidae, Ardeidae und Gruidae, obgleich die letzteren mit demselben Recht zu den Steppenvögeln gezählt werden können.

Die Raubvögel, Raptatores, suchen die Seen auch mit Vorliebe auf, da sie hier stets reiche Beute finden. Der Tränke halber besucht ferner die ganze Säugetier-Bevölkerung die Seen. Einige derselben, z. B. die Wildschweine, verbringen ihr ganzes Leben in dem dichten Schilfrohr einiger Seen. Das Wasser zieht auch den Menschen mit seinen Viehherden an; hier befinden sich die Winterwohnungen und Sommer-Aule der Nomaden.

Wie wir sehen, erscheint das Wasser als der mächtigste Lebensfaktor in der Steppe. In der Steppe kommen aufser Salzwasserseen auch noch Bitterwasserseen vor, und man kann wahrnehmen, dafs die Vegetation in der Nähe derselben sich durch besonderen Reichtum und grofse Mannigfaltigkeit auszeichnet; die Vogelwelt ist hier zahlreich vertreten; die Luft ist hier im Sommer feucht und kühl.

Es drängt sich uns jetzt unwillkürlich die Frage auf, ob viele solcher Wasserbecken vorhanden sind und wie es überhaupt mit den Wasserverhältnissen in der Kirgisensteppe steht. Die Kirgisensteppe leidet im allgemeinen an Wassermangel, besonders arm ist sie an fliefsenden Gewässern. In dem ganzen ungeheuren Gebiete kann man höchstens vier oder fünf Flüsse nennen, welche diesen Namen wirklich verdienen. Alle anderen Flüfschen haben im Laufe des ganzen Jahres kein Süfswasser. Um die Mitte des Sommers trocknen sie an vielen Stellen aus; es bilden sich Tümpel, in welchen das Wasser stehen bleibt, verdirbt und oft stark salzig wird. Meist trocknet ein solches Flüfschen ganz aus, und das, was wir mit dem Namen „Flufs" bezeichnen, ist dann weiter nichts als ein langes, gekrümmtes, bald gleichförmig ebenes, bald von kesselförmigen Einsenkungen durchbrochenes Flufsbett, welches sich nur im Frühling, wenn der Schnee schmilzt, mit Wasser anfüllt. Die Quellen solcher Flüsse sind höchstens an den Bergen und isolierten Hügeln zu finden, sehr selten in der offenen Steppe.

Ganz anders verhält es sich jedoch mit den Seen. Es gibt wohl kaum ein Gebiet der Erde, welches eine solche Menge von Seen in sich birgt wie die Kirgisensteppe. Der Reichtum an Seen ist nicht nur für die von uns besprochene Gegend charakteristisch, sondern auch für die sich weit über die Grenzen derselben erstreckenden Gebiete: im Süden bis zum Altai, im Osten bis zum oberen Laufe des Ob, im Westen bis zum Aral-See und im Norden ungefähr bis an die Linie der westsibirischen Eisenbahn. Keine noch so genaue Karte mit allen darauf verzeichneten Seen kann uns einen Begriff von der

Menge derselben geben. Wir wollen hier nur die gröfsten Seen anführen, deren Oberfläche mehr als 10 Quadrat-Meilen beträgt:

[3]) Balchasch-See	396 Quadr.-Meil.	Ala-Kul-See . .	28 Quadr.-Meil.
Issyk-Kul-See .	116 „ „	[4]) Dengis-See .	26 „ „
Pjassino-See . .	112 „ „	Abysch-kan-See	25 „ „
Saissan-See . .	69 „ „	Ssumy-See . .	19 „ „
Chnikai-See . .	66 „ „	Kulunda-See .	13 „ „
Tschany-See .	59 „ „	Tschuktscha-gyr.	12 „ „

Man kann hierzu noch zwei gewaltige sibirische Seen rechnen: den Aral- und den Baikal-See (576 Quadr.-Meilen), obgleich sie die von uns gezogenen Grenzen weit überschreiten. Die Bedeutung dieser Seen liegt besonders darin, dafs sie das trockene, kontinentale Klima feuchter machen, ferner im Fischreichtum und Schiffsverkehr.

Wenn wir diesen ausgedehnten, mit einer unzähligen Menge grofser und kleiner Seen bedeckten Raum mit unserem geistigen Auge überblicken, so wird in unserer Einbildungskraft unwillkürlich der Vergleich mit einem uferlosen Ozean trockenen Landes wachgerufen, der mit Salz- und Süfswasserinseln bedeckt ist. Hier ist auch gleichsam das Muster eines Austausches der Rollen in wechselseitiger Beziehung zwischen dem Festlande und Meere gegeben, welcher nach der Meinung einiger Gelehrten auf unserem Planeten in grauer Zukunft einmal eintreten soll.

Wir wollen uns jetzt der Beschreibung derjenigen Seen zuwenden, welche in dem von uns speziell besprochenen Gebiet, dem Generalgouvernement der Steppe, gelegen sind, wobei wir folgende Besonderheiten aufführen. Diese Seen haben gewöhnlich keine hohen, steilen Ufer. Ihre sanft geneigte Uferböschung erhebt sich ebenso wenig über den Wasserspiegel, wie sie sich unmerklich mit der umliegenden Steppe vermischt. Eine andere bemerkenswerte Erscheinung ist die geringe Tiefe dieser Seen. Leider können wir nur zwei genaue Beispiele anführen, die jedoch charakteristisch sind: Den See Kysyl-Kak, dessen gröfste Tiefe bei einer Oberfläche von 162,5 Quadrat-Kilometern nur 1,5 Meter, und den See Sselety-Dengis (965 Quadrat-Kilometer), dessen gröfste Tiefe nur 3,2 Meter beträgt. Eine dritte Eigentümlichkeit dieser Seen besteht darin, dafs sie keinen Abflufs haben. Diese und

[3]) „Denkschriften der kaiserl. russ. geogr. Gesellsch." 1865, S. 41 (in russ. Sprache).

[4]) Also etwa 23 mal gröfser als der Genfer See.

noch andere Besonderheiten, auf welche wir nicht näher eingehen wollen, erklären die Gelehrten durch den grofsartigen Prozefs des Zurückweichens des alten Meeres. In früheren geologischen Zeitaltern war dieses ganze Land bis zum Ural im Westen und dem Altai im Osten von einem Meere bedeckt, welches sich vom nördlichen Eismeer über die Kirgisensteppe bis zum Aralsee und dem kaspischen Meer erstreckte. Bei dem allmählichen Zurückweichen in späteren geologischen Perioden liefs dieses alte Meer das von seinen Wellen bespülte Land in Form einer Reihe sanft abfallender Vertiefungen und Senkungen zurück. Das Wasser der atmosphärischen Niederschläge sammelte sich in den letzteren, wobei es die mit verschiedenen Salzen gesättigten Ablagerungen des früheren Meeres auslaugte und die Zersetzungsprodukte in die Senkungen hineintrug. Der Mangel an Abflufs und der ungenügende Zuflufs von Süfswasser einerseits, sowie die starke Verdunstung andererseits führte ferner zur Konzentration der Lösungen, d. h. zur Bildung der Salz- und Bitterwasserseen.

Die soeben berührte Frage über den Ursprung der Seen erleichtert uns den Übergang zu dem dritten Grundtypus der Kirgisensteppe: den isolierten Bergen (russisch Ssopka), den Hügeln (russ. Mjelkofsópotschnik) und den Bodenerhebungen im allgemeinen.

Wie unermefslich grofs das den Wanderer umgebende Gebiet der offenen Steppe auch immer sein möge, früher oder später wird sein Weg doch an einem Berge (Ssopka) vorbeiführen, den man übrigens schon aus weiter Ferne wahrnehmen kann. Die Gegend ist im grofsen und ganzen so gleichmäfsig eben, dafs die geringste Erhöhung bereits auf einige 10 Werst sichtbar ist. Ein solcher Berg besitzt einige Besonderheiten, die es wohl gerechtfertigt erscheinen lassen, dafs ihm die Russen den bezeichnenden Namen Ssopka, beigelegt haben. Im Vergleich zur umliegenden Steppe erhebt er sich ziemlich steil über das allgemeine Niveau der Gegend. Nachdem man ihn oder eine ganze Reihe von Bergen überstiegen hat, erblickt man gewöhnlich wieder die vollkommen ebene Steppe vor sich. Die Umrisse dieser Ssopkas sind weich und rundlich, die Gipfel sind kuppelförmig, die Seiten steigen ganz allmählich an. Die Formen solcher Bodenerhöhungen sind jedoch im allgemeinen verschieden; häufig findet man rundliche Formen, noch häufiger trifft man in einer Richtung auseinandergezogene Hügel an, welche sich gewöhnlich kettenartig von Südwesten nach Nordosten erstrecken, wobei man zwischen den parallel laufenden Ketten Verbindungszweige bemerken kann.

Wenn nun solche Ssopkas oder eine Kette derselben einen mehr

oder minder beträchtlichen Raum einnehmen, so sprechen wir vom Mjelkofsópotschnik. Erwähnenswert ist, dafs die Ssopkas sowie die Mjelkofsópotschniki im Norden und Westen der Kirgisensteppe fast ganz fehlen, im Südosten dagegen an Menge und Höhe immer mehr zunehmen und weiter im Südosten in richtige Gebirge mit zerklüfteten Bergspitzen übergehen.

Dieses mannigfaltige Relief rührt augenscheinlich ebenfalls von der Tätigkeit des einstigen Meeres her, welches die Seen West-Sibiriens entstehen liefs. Es glättete und rundete die Berge der Kirgisensteppe ab und schwemmte auf den Abhängen und niedrigeren Stellen des Landes mächtige Schichten loser Gesteinsarten an, wodurch die petrographische Verschiedenheit der Ssopkas und Berge einerseits sowie der beiden Typen des Landes andererseits bedingt wurde. Bei der Vergleichung der in den Ssopkas aufgeschichteten Gesteinsarten mit denjenigen der offenen Steppe und der Seen- und Flufsformation nehmen wir in der Tat bedeutende Unterschiede wahr. Im Gebiet der Ssopkas liegen dichte Gesteinsarten von hohem Alter entweder offen zutage oder sie sind nur leicht mit einer dünnen Rasenschicht bedeckt: Sandstein und Konglomerate, Schiefer der devonischen und karbonischen Formation sowie alte Eruptivgesteine: Granit, Diorit, Porphyr.

Die Ablagerungen in den ebenen Teilen der Kirgisensteppe sind dagegen jüngsten Ursprungs und zeichnen sich durch lose Beschaffenheit aus. Hier befinden sich unter einer dünnen Erdschicht bisweilen Ton- und Sandablagerungen von verschiedener Farbe in einer Mächtigkeit von einigen zehn Metern. Wie diese jüngeren Ablagerungen die Ursache der üppigen Weideplätze sind, so sind die älteren dadurch nützlich, dafs sich unter ihnen eine ganze Reihe der wertvollsten Mineralien vorfindet. In den verschiedenen Gebieten der Kirgisensteppe kommen vor: Steinkohlen, Kupfererze, Bleisilbererze, die reichsten Eisenerze, Goldsand und Manganerze, die letzteren bei Semipalatinsk in der Arkalykskischen Berggruppe. Trotz der zahlreichen Menge dieser oder anderer in der Kirgisensteppe gefundenen Mineralien ist das Land der Kultur fast kaum erschlossen. Die gegenwärtigen Förderungen einiger der nützlichen Mineralien (Kupfererze in den Bergwerken der Schmelzhütte „Spasski“, Silberbleierze im Kreise Semipalatinsk usw.) werden auf die primitivste Art und Weise und nur im geringen Mafsstabe betrieben. Es erklärt sich dies aus dem Mangel an Unternehmungsgeist, aus dem Fehlen guter Wege sowie ferner daraus, dafs zur Finanzierung solcher Unterneh-

nungen ganz bedeutende Kapitalien erforderlich sind. Alle übrigen Bedingungen, insbesondere die Menge des vorhandenen Erzes als auch die Beschaffenheit der Lagerstätten sind sonst die denkbar günstigsten, so dafs sich in diesen Gegenden in Zukunft ein bedeutender Bergbau entwickeln dürfte, wenn sich erst die Verkehrsverhältnisse gebessert haben werden.

Die Flora und Fauna der Ssopkas und Mjelkosopotschniki bildet im Vergleich zu derjenigen der vorher betrachteten Gegenden einen vollkommen neuen Typus. Unter den Pflanzen sind neben den in der eigentlichen Steppe vorkommenden noch besondere, merkwürdige Formen vertreten. Besonders charakteristisch ist hier auch das häufigere Vorkommen von Sträuchern: Crataegus, Lonicera, Spirae, Ribes, Salix, Rosa, Caragana. Stellenweise treten sogar Bäume auf, die jedoch schwach entwickelt sind: Betula alba, Pinus silvestris, Populus nigra. Eine Ausnahme bilden nur die Karkaralinskischen und Bajan-aulskischen Berge, wo sich noch gewaltige Fichten vorfinden.

Im allgemeinen ist die Vegetation der Ssopkas viel dürftiger als diejenige der typischen Steppe, und je mehr wir uns den am Wasser gelegenen Stellen nähern, desto gröfser wird die Zahl der Arten.

Von Vögeln bevorzugen nur die Raubvögel die Ssopkas, die daselbst ihre Horste haben. Was jedoch die Säugetiere betrifft, so finden wir hier mehr Vertreter als an irgend einer anderen Stelle der Kirgisensteppe. An den sanft geneigten Abhängen der Ssopkas trifft man Massen von Murmeltieren an, welche durch ihre Höhlenbauten grofse Strecken der Oberfläche verderben. Interessant ist die grausame Art und Weise der Jagd, welche die in diesen Gegenden ansässigen russischen Bauern zur Vertilgung der schädlichen Nagetiere ersonnen haben. Wenn im Frühling das geschmolzene Schneewasser überall von den Ssopkas herunterläuft, erscheinen die Bauern mit eisernen Spaten und leiten das Wasser direkt in die Höhlen der Murmeltiere. Das Wasser treibt das Tierchen schnell an die Oberfläche, wo ein Schlag mit dem Spaten seinem Leben ein Ende macht. Der Wasserstrom wird dann in eine neue Höhle geleitet und so die Ausrottung der Tiere fortgesetzt. An gewissen Stellen der Ssopkas kommen auch massenhaft Hasen vor; besonders berühmt sind in dieser Beziehung die vom Verfasser besuchten Berge Eremenski und Baidawlet in der Nähe des Kupferschmelzwerkes Spasski. Weiter nach Süden zu wird die Tierwelt immer mannigfaltiger. In den Bergen der Kreise Karkaralinsk und Akmolinsk trifft man Hirscharten (Cervus elaphus) und Rehe an. Noch weiter südlicher in der Steppe findet sich eine

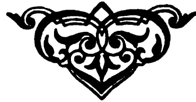
Pferdeart (Equus hemionus), die Saiga-Antilope, sowie in den Rohrdickichten der Tiger und der Irbis (Felis irbis).

Zum Schlufs unserer Betrachtungen wollen wir noch einen Blick auf die klimatischen Verhältnisse der Kirgisensteppe werfen.

Nach dem Mairegen beginnt die Zeit des trockenen westsibirischen Sommers. Unter den sengenden Strahlen der Sonne wird das Steppengras schnell trocken und gelb, die Landschaft nimmt eine traurige, gelblichgraue Färbung an. Die Paarungszeit der die Steppe durch ihren Gesang belebenden Vögel geht zu Ende; Öde und Schweigen herrscht überall. Noch trostloser und trauriger sieht es im Herbst aus. Die Vögel sind dann nach dem Süden gezogen; jedes lebende Wesen flüchtet sich vor dem kalten, schneidenden Winde in seinen Schlupfwinkel. Und noch später, im Winter, bringen die Winde eine Kälte bis zu -20^0 mit sich und fegen Berge von Schnee zusammen: dann ist die Steppe das Bild des Todes. Die entsetzlichen „Burane" verschütten die niedrigen Steppen-Ansiedelungen dergestalt, dafs sich ein vom Wege abgekommener Wanderer bisweilen auf einem Dache befinden kann und nur an dem warmen Schornstein merkt, dafs sich hier eine menschliche Behausung befindet. Indem man sich einige Schritte von der Strafse entfernt, kann man den Weg verlieren und so in nächster Nähe der menschlichen Wohnungen elend zu Grunde gehen.

Das Klima der Kirgisensteppe ist ein vollkommen kontinentales. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt für Akmolinsk und Semipalatinsk unter 51 u. $50\frac{1}{2}^0$ nördl. Breite $2-2\frac{1}{2}^0$ Celsius. Die mittlere Temperatur für den Winter ist -16^0, der kälteste Monat bringt $-18\frac{1}{2}^0$. Die mittlere Temperatur für den Sommer beträgt $+20^0$ und im heifsesten Monat $+22^0$. Die Temperaturunterschiede zwischen Winter und Sommer erreichen -36^0 und der Unterschied zwischen dem heifsesten und kältesten Monat 40^0. Die Menge der im Laufe eines Jahres in Akmolinsk erfolgenden Niederschläge beträgt 229 Millimeter (hiervon entfallen 160 Millimeter auf die Sommermonate). In Semipalatinsk betragen die Niederschläge 186 Millimeter, wovon nur 80 Millimeter auf den Sommer entfallen. Noch geringer sind die Niederschläge im südlichen Teile der Steppe, worüber die Beobachtungen in Turgai einen Begriff geben. Die Menge der Niederschläge betrug hier in einem Jahre 122 Millimeter, wovon nur 16 Millimeter auf den Sommer entfielen. In der Hungersteppe regnet es im Sommer überhaupt nicht.

Wir wollen jetzt unsere Schilderung der Kirgisensteppe schliefsen. Indem wir uns das, was im vorstehenden hierüber gesagt ist, noch einmal vergegenwärtigen, finden wir, dafs die Bezeichnung „Steppe“ für dieses Land nicht immer zutreffend ist. Dieselbe ist nur richtig in ethnographischer Beziehung, d. h. wenn wir von einem Lande sprechen, welches von ein und demselben Volke, den Kirgisen, bewohnt ist. Im physisch-geographischen Sinne müssen wir jedoch mindestens drei Typen unterscheiden: die typische Steppe, die See- und Flufs-Facies und das Gebiet der Ssopkas und Mjelkosopotschniki.





Coppernicus und das Siebengestirn.

Von Professor **Boethke** in Thorn.

Wenn ein Mann durch sein Lebenswerk eine vollständige Umwälzung in der Erkenntnis der Sternenwelt hervorgebracht und sich daneben als Theolog, Geograph, Jurist und Arzt, als Landesverwalter, Diplomat und selbst als Landesverteidiger einen hochgeachteten Namen erworben hat, wie Nikolaus Coppernicus, so könnte man wohl mit einer solchen Vielseitigkeit zufrieden sein. Allein zu allen diesen Auszeichnungen ist von einigen seiner Bewunderer noch der Anspruch auf dichterische Gröfse gefügt worden. Die Warschauer Ausgabe des grofsen Werkes: De Revolutionibus (1854) enthält u. a. auch 7 lateinische, in der zweiten asklepiadeischen Strophenform des Horaz abgefafste Gedichte unter dem Titel Septem Sidera, und nennt den grofsen Astronomen als ihren Verfasser. Einen Abdruck veranstaltete Hipler 1857 in seinem Buche „Des ermländischen Bischofs Johannes Dantiscus und seines Freundes Nikolaus Coppernicus geistliche Gedichte" und einen zweiten in seinem Spicilegium Copernicanum 1873. Endlich liefs die Krakauer Universität sie mit der deutschen Übersetzung Hiplers und einer polnischen von Badeni als besondere Festschrift zur Vierhundertjahrfeier der Geburt des Coppernicus (19. 2. 1873) abdrucken. Was hat es nun mit diesen Gedichten für eine Bewandnis?

In den ersten 70 Jahren nach dem Tode des Meisters hat — wenn man von einer sehr unklaren, später zu erwähnenden Sage absieht — schwerlich jemand behauptet oder geglaubt, dafs Coppernicus auch Gedichte verfafst habe. Wenn man, wie es scheint, in Thorn annahm — was noch jetzt vielfach geglaubt wird —, dafs die sapphische Strophe unter dem von Pyrnesius i. J. 1570 gestifteten Bilde seines grofsen Mitbürgers in der Thorner Johanniskirche von dem Dargestellten selbst herrühre, so ist diese Überlieferung von Hipler

durch den Nachweis widerlegt worden, dafs sie sich in den Gedichten des Papstes Pius II (Aeneas Sylvius Piccolomini) aus dem 15. Jahrhundert findet[1]). Ein anderes Gedicht, welches Radyminski in seinem 1664 geschriebenen Lebensabrifs des Coppernicus demselben beilegt, besteht aus 5 Hendekasyllaben und spielt auf so nüchterne und fast alberne Weise mit den verschiedenen Namen des Dantiscus (Linodesmos=Flachsbinder, Curialis=von Hoefen), dafs es für irgend welche dichterische Gaben dessen, der es gelegentlich hingeworfen, gar nichts beweisen würde, wenn man es auch um der interessanten Überschrift willen (Νικολαος ὁ Κοπφερνικος εἰς Λινοδεσμον) für echt halten möchte.

Im Jahre 1629 aber liefs der damals schon hochgeachtete polnische Gelehrte Jan Brozek, lateinisch Johannes Broscius, Dr. der Philosophie und Professor der Astronomie im gröfseren Kollegium der Krakauer Akademie, jene 7 Gedichte unter dem Titel Septem Sidera auf 12 Blättern in Quart bei Franciscus Caesarius in Krakau drucken, und widmete sie dem Papste Urban VIII. Man kennt von dieser Ausgabe noch ein einziges Exemplar, welches sich in der Bibliothek der Universität Krakau befindet. Hiervon ist die erste Warschauer Ausgabe (1854) ein sehr fehlerhafter Abdruck, der seinerseits in der ersten Ausgabe Hiplers wieder abgedruckt wurde. Die beiden folgenden Ausgaben sind von Hipler nach dem ersten Drucke, den er inzwischen kennen gelernt hatte, berichtigt worden.

In der Widmung an den Papst gibt Broscius folgende merkwürdig verworrene Auskunft, in welcher nach der schwülstigen Ausdrucksweise seiner Zeit die Begriffe „Geschichte“, „Gedichte“, „Gemälde“, „Sternbilder“, „Einteilung des Himmels“ in einen unlösbaren Knäuel gewickelt werden, so dafs man nicht unterscheiden kann, wo die Wirklichkeit aufhört und die Sinnbildnerei anfängt. Die Einmischung wüster Zahlenspekulation sowie des Gegensatzes von Fabeln und Wahrheit hilft das schon Verworrene noch weiter zu verwirren.

Der Herausgeber bietet dem Papst die Wiege und die Kindheit des Königs der Könige in sieben Gemälden dar, deren Träger nicht

---

[1]) Non parem Pauli gratiam requiro,
Veniam Petri neque posco, sed quam
Jn crucis ligno dederas latroni,
Sedulus oro.

Gnad' erfuhr einst Paul und Vergebung Petrus;
Gleiche fordr' ich nicht mit verwegnem Anspruch:
Die am Kreuzholzstamm du gewährt dem Schächer,
Brünstig erfleh' ich.

Holz oder Erz ist, sondern der Himmel, deren Farben auch in der dunkelsten Nacht leuchten, und deren Kunst die eines Apelles übertrifft. An die Sternbilder der Alten seien allerhand, oft wenig wohlanständige Fabeln geknüpft worden, hier aber habe der Verfasser Wahrheit und Leuchtkraft zu verbinden gestrebt. Er habe allerdings nur die Grundlinien gezogen und sie kurz vor seinem Tode einem tüchtigen Künstler zum Auflegen der Farben übergeben. Das Geheimnis von dem Vorhandensein dieser Kunstwerke habe sich an der Jagellonischen Akademie durch eine Überlieferung lebendig erhalten, welche zugleich den Coppernicus als ihren Urheber bezeichne[2]). Er habe durch seine Lehrer davon vernommen und, um Gewifsheit zu erlangen, sich nach Preufsen begeben. Mit vorsichtiger Verschwiegenheit habe er überall nachgeforscht. Von Simon Rudnicki habe er Zutritt zu den alten Bücherschränken Ermlands erhalten und alle Papierfetzen umgeschüttelt, denen grofse Geister manchmal ihre vorzüglichsten Eingebungen anvertrauen; und endlich habe er mit Archimedes ausrufen können „Gefunden, gefunden!"

Ohne jeden Übergang wird fortgefahren: Er (doch wohl Coppernicus) hat die 48 Sternbilder, durch welche die Alten den Himmel einteilten, abgesetzt und 49 neue (nämlich asklepiadeische Strophen!) eingeführt, sei es wegen der hohen Bedeutung der Siebenzahl, sei es, um ein Mittelstück zu haben, welches von den beiden Endstücken gleich weit absteht (das würde bekanntlich jede ungerade Zahl leisten). Denn die Mitte der mittelsten Siebenergruppe, welche zugleich die Mitte der ganzen 49 Gemälde ist, zeichnet sich durch ganz besondere Schönheit aus, ebenso wegen der Gemeingültigkeit ihres Inhalts wie wegen der Tadellosigkeit der Form. Sind doch die Worte gleich Sternen, welche von keiner Elision oder Eklipse (Verfinsternng) betroffen werden.

(Hier hat Broscius sich wunderbar verzählt, und ich habe nirgends gefunden, dafs man seine Rechnung bemängelt hätte. Während nämlich sonst jedes Gedicht aus 7 Strophen besteht, hat das letzte deren neun, so dafs im ganzen nicht 49, sondern 51 Strophen vor-

---

[2]) So ist wohl der an sich unverständliche und vielleicht falsch gelesene Satz zu deuten: Hoc artis arcanum per aliquot iam manus a Copernico in Academia Jagellonica ivit. Vielleicht meinte Broscius: Diese Geheimkunde aus der Geschichte der Wissenschaft lebt (vivit) schon seit einer Reihe von Jahren (p. al. j. annos) in der J. Akademie, und zwar mit Bezug auf Coppernicus (de C.). Jedenfalls besagte diese Geheimkunde, dafs sich noch ungehobene handschriftliche Schätze von Coppernicus in Preufsen befänden; sonst hätte B. keinen Grund gehabt, in Preufsen danach zu suchen.

handen sind. Damit fallen alle Betrachtungen, die sich an die Zahlen 48 und 49 knüpfen, in sich zusammen. Merkwürdig fügt es sich, dafs die wirklich mittelste Strophe, die 26., das überschwengliche Lob des Broscius mit viel gröfserem Rechte verdient als die 25., welche nach seiner Rechnung die mittelste war. Denn diese verheifst den Gläubigen nur Fülle des irdischen Reichtums, jene aber die Errettung aus den Fallstricken der Lüste.)

Wieder ohne Übergang teilt Broscius mit, dafs er schon vor 16 Jahren (1613) eine vorläufige Andeutung seines Fundes habe ausgehen lassen.[3]) Ein zweiter Vorläufer sei vor 10 Jahren (1619), als er nach Italien gereist sei, unter dem Episkopat des Krakauer Bischofs Martin Szyszkowski gefolgt. Von beiden Vorläufern, die in kleinem Format erschienen seien, habe er einige Exemplare an seine Freunde nach Rom, insbesondere an Abraham Bzovius, geschickt, andere auch nach Orten Deutschlands, wo Bayer und seine Genossen, welche dasselbe Ziel (hier wohl die passendste Einteilung des Sternenhimmels) auf anderem Wege erstrebten, sie wohl könnten gesehen haben. Jeder könne ja den Himmel nach seinem Belieben einteilen; er aber bringe diese von ihrem ersten Erfinder Coppernicus dem heiligen apostolischen Stuhle geweihte Anordnung ans Tageslicht.

Hier erreicht das geschmacklose Überspringen vom Himmel zum Gedicht und von der Einteilung der Gestirne zu der Strophenzahl ihren Höhepunkt.[4]) Zugleich ist dies der einzige Satz, in welchem die Verfasserschaft des Coppernicus mit einiger Deutlichkeit behauptet wird. Man könnte ihn zwar dahin verstehen, dafs C. der Erfinder der Einteilung des Himmels in 49 Sternbilder gewesen sei, allein in Verbindung mit der früheren Nennung des Coppernicus als Trägers der Überlieferung an der Jagellonischen Akademie, und

[3]) Dafs er 1613 eine Ausgabe der Septem Sidera veranstaltet habe, wie allgemein angenommen wird, liegt nicht in den Worten: praemisso primo prodromo de hac re nonnihil indicaveram. Das erste Jahr der Veröffentlichung bleibt also 1629.

[4]) Weniger geschmacklos wäre es, wenn C. wirklich den Fixsternhimmel neu und zwar in 49 Teile (Sternbilder) eingeteilt hätte. Ich finde aber in seinem Werke weder eine neue Einteilung noch die Absicht einer solchen. Er zählt im 14. Kapitel des 2. Buches die Sternbilder genau nach Ptolemaeus auf. Dabei kommen freilich, wenn wir von den 17 Gruppen, die als „unförmliche beim Widder" etc. bezeichnet werden, die als „unförmliche beim Adler (Antinous)" bezeichnete als ein besonderes Sternbild ansehen, 49 Sternbilder heraus, und dieser Umstand mag veranlafst haben, dafs man sich damals um die Frage stritt, ob Coppernicus eine neue Einteilung des Himmels vorgenommen habe.

[illegible] der [illegible] Lateinschaft von [illegible] Wermolldern und von [illegible] aber er doch [illegible] erkennen, dafs der Verfasser [illegible] Meinung [illegible] gewesen ist. [illegible] sei der Erfinder [illegible] von [illegible] gewesen, dafs er sich aber nicht [illegible] hat das [illegible] der [illegible] klipp und klar auszusprechen, [illegible] es ihm dafür an Beweisen [illegible]. [illegible] mussten die Schnörkel des [illegible] zugleich seine Meinung verraten und ihm doch auch den Rückzug decken.

Und [illegible] sollen wir die Beweise schöpfen, welche ihm [illegible]. Nehmen wir auch zu seinen Gunsten an, dafs die Krakauer Sage [illegible] einem handschriftlichen, vielleicht sogar [illegible] [illegible] des [illegible] sprach, so hat doch [illegible] selbst [illegible] nicht einen Beweis, sondern nur einen Anlass zur Nachforschung [illegible]. [illegible], aus welcher [illegible] die Gedichte abschrieb, und [illegible] den Namen des [illegible] nicht ent- [illegible] wieder gesehen, [illegible] auch nur ihren Fundort [illegible] der [illegible] Ausgabe ging die For- [illegible] nach Thorn und dann nach Ermland. In Thorn [illegible] gefunden worden zu sein, wie auch natürlich, sondern [illegible] geöffneten Schränken Ermlands, [illegible] an [illegible] und Heilsberg, vorzugsweise aber an [illegible] denken, welches häufig, auch in der Datierung von [illegible] des [illegible] Warmia genannt wird. Aber an [illegible] etwas dergleichen gefunden. Eine Angabe des Ortes und der Katalognummer würde man [illegible] jedem Entdecker einer Handschrift verlangen, und dem, der [illegible] Heimlich- [illegible] verschwiegen. Diese Heimlichkeit ist aber [illegible] und scheint sich bei [illegible] zu haben.

[illegible] fragen wir natürlich die [illegible] Zeugen aufgestellt hätte, ist [illegible] des [illegible] haben freies [illegible] Überzeugung geltend gemacht [illegible] seinem Lebensende 1652 hat der [illegible] mehr getan, um die Welt von [illegible] Was haben seine Freunde zu [illegible] welcher seiner Scrip- [illegible] Leben des Coppernicus [illegible] Nachrichten des Broscius ver-

wertet hat? Was Gassendi, dem für sein grundlegendes Leben des Coppernicus ebenfalls die reichhaltigen Sammlungen des B. zugute gekommen sind? Was Radyminski, dessen Lebensabrifs des Coppernicus von 1664 auf derselben Grundlage beruht? (s. o. S. 169). Ihrer aller Antwort ist tiefes, beredtes Schweigen. Bis zum Jahre 1854 hatte es den Anschein, als wenn kein Mensch mehr etwas von den Septem Sidera gehört hätte. Das Verstummen der Freunde kann wohl nur bedeuten, dafs sie sich von der Verfasserschaft des Coppernicus nicht überzeugen konnten; das des Broscius selbst enthält wohl das ehrliche Eingeständnis, dafs sein Wunsch der Vater seines Gedanken gewesen sei, und dafs er bei reiflicherem Nachdenken die Grundlosigkeit seiner Voraussetzung anerkennen müsse.

Dafs freilich die armen Gedichte für seine Voreiligkeit haben büfsen müssen, und ebenfalls die ganze Zeit über totgeschwiegen worden sind, ist kein ganz verdientes Los. Doch wäre es nicht undenkbar, dafs sie unter anderem Namen doch diesem oder jenem Kenner der lateinischen Dichtung des Mittelalters bekannt gewesen wären, und dafs ihre wahre Herkunft noch einmal ans Licht gezogen würde, wie in dem auf S. 168 erwähnten Falle.

Jedenfalls müfsten dem äufseren Beweise gegen Coppernicus als Verfasser der Gedichte, welcher in jenem allgemeinen Schweigen, sowie in dem Mangel urkundlicher Zeugnisse über eine dichterische Tätigkeit des Himmelsforschers liegt, sehr starke innere Gründe gegenüberstehen, wenn wir dennoch der Abstammung der Gedichte von Coppernicus irgend einen Grad der Wahrscheinlichkeit beimessen sollten. Hipler hat versucht, einige solche Gründe zu konstruieren. Coppernicus, sagt er, sei ein poetisch gestimmtes Gemüt gewesen, wie die berühmte Verherrlichung der Sonne im ersten Buche seines Werkes beweise. Seine Neigung zur Dichtung habe er auch dadurch bekundet, dafs er den Apollo mit der Leier zu seinem Siegelwappen erkoren habe. Seiner Frömmigkeit stehe der Inhalt, seiner klassischen Bildung die Form der Gedichte sehr wohl an. Und wenn Broscius zuzugeben scheine, dafs in der dichterischen Form ein dem strengen Mathematiker fremdes Element stecke, so räume er doch jeden Anstofs aus dem Wege, indem er ausdrücklich bemerke, dafs der Dichter die formale Vollendung einem Fachkünstler überlassen habe. Dieser Fachkünstler sei vermutlich Dantiscus gewesen, der als lateinischer Dichter eine erstaunliche Fruchtbarkeit und Gewandtheit entwickelt habe.

Prowe läfst in seinem Leben des Coppernicus diese Gründe

nicht gelten. Es sei ein grofser Unterschied zwischen dem dichterischen Ausdruck in begeisterter Prosa und der eigentlichen Dichtung in Versen. Von einer Zuneigung zu dieser gebe es keine Andeutung. Das Siegel könne dafür nicht gelten, weil Apollo auch der Gott der Sonne — und ich füge hinzu, auch der Gott der frommen Weisheit — sei, und nun einmal kein anderes Attribut habe als den Bogen und die Leier. Eine brünstige und spezifisch christliche Frömmigkeit, wie sie in diesen Gedichten herrsche, habe C. sonst nirgends an den Tag gelegt. Und der Stil sei von allem, was C. geschrieben, himmelweit verschieden. Seine Prosa sei rauh, ungefüge und störrisch, der Stil der sieben Gestirne glatt und geleckt, ja nicht selten geziert und gekünstelt. Um die Regeln der Grammatik kümmere sich C. wenig, der Dichter drücke sich korrekt aus. Dafs Dantiscus ihm geholfen habe, sei ausgeschlossen, da die beiden Männer sich nur in der Jugend wirklich nahe, im Alter aber eher feindselig gegenüber gestanden hätten. Die Gedichte des Dantiscus seien in jüngeren Jahren aber rein weltlich gewesen; einen frommen Ton habe er erst als Bischof angeschlagen. Es sei hinzugefügt, dafs Dantiscus in seiner hohen Stellung sich nimmermehr dazu würde hergegeben haben, fremde Gedichte aufzupolieren; ja auch in der leichtfertig genialen Zeit seiner Jugend ist ihm eine solche Rolle gewifs nicht zuzutrauen. Auch teilt Broscius nicht mit, wie er zu der Kunde von der Zusammenarbeit der beiden Männer gelangt ist.

Von diesem letzten Punkte abgesehen ist der Gegenbeweis Prowes zwar stark überzeugend, aber doch nicht zwingend. Prowe selbst mifst die entscheidende Bedeutung nicht den inneren Gründen bei, sondern den äufseren, die er noch durch die Tatsache verstärkt, dafs der Dichter Eobanus Hessus, der sich nicht leicht eine Anknüpfung mit einem Genossen seiner Kunst entgehen liefs, eine geraume Zeit in Marienwerder verweilte, während Coppernicus in Allenstein Landpfleger war, und doch keinen Versuch gemacht hat, mit ihm in Verbindung zu treten.

Gewifs läfst sich der Gegensatz, in welchen Prowe den Verfasser des Buches: De Revolutionibus und den Dichter der Septem Sidera stellt, nicht unerheblich mildern. Wie oft wechselt mit den Gegenständen der Beschäftigung auch der Stil, ja sozusagen die Art des Sehens und Empfindens! Welcher Unterschied ist nicht zwischen Faust und Iphigenia, dem Kapuziner und dem Mädchen aus der Fremde! Nun gar zwischen Goethes kunstgeschichtlichen Aufsätzen und „Mir schlug das Herz, geschwind zu Pferde!“ oder zwischen

Grillparzers Aktenstücken und der Ahnfrau! Auch ist weder das Latein des Werkes von den Umwälzungen so störrisch noch das des Siebengestirns so glatt, wie Prowe meint. Dafs Coppernicus sich über den Unterschied von ut und quod hinwegsetzt, in indirekten Fragen ruhig den Indicativ gebraucht und den Acc. c. Inf. kaum zu kennen scheint, das sind keine Verstöfse gegen die Stilregeln seiner Zeit, die Philologen von reinem Wasser natürlich ausgenommen. Und sonst ist sein Stil von unvergleichlicher Klarheit, Bestimmtheit und, wo es angebracht ist, von klassischer Wärme. Anderseits finden sich in den Gedichten grammatische Fehler, über welche man weit eher stolpern könnte, wie parum statt paullum, ista nuntia statt isti nuntii, se procul= nahe bei sich, potabit = wird tränken. Dazu kommen Flickwörter (hic, is, confestim) und matte Ausdrücke, wie „huic nomen Mariae manet“ statt „est.“ (V, III. 4.)

Wenn danach der Gegensatz minder klaffend erscheint, so wird er durch einen anderen Fehler des Stils der Gedichte wieder sehr bedenklich verschärft. Es haben sich vielfach horazische Reminiszenzen eingedrängt, welche nicht blofs dem selbständigen Charakter des Coppernicus widersprechen, sondern von denen eine Anzahl geradezu anstöfsig ist, weil darin die Darstellung profaner Verhältnisse auf Heiliges übertragen wird. Eine gekränkte Geliebte darf wohl von ihrem Liebhaber sagen, er sei härter als Marmorstein; aber von dem gnädigen Gotte dürfte es höchstens heifsen, er sei nicht so hart wie M. (I, V. 6). Wenn Horaz ein Mädchen fragt: Cui flavam religas comam? so wird damit weniger die Schönheit des Mädchens gemalt als ihr Bestreben, dem Jüngling zu gefallen, der ihr Herz gerührt. Daran wird man sehr unangenehm erinnert, wenn es von der Jungfrau Maria heifst „Die aufbindet ihr blondes Haar“ (III, V. 4). Und in den zwei folgenden, ebenfalls dem Horaz entlehnten Versen: Simplex munditiis, dotibus aurea, Quam semper nitidam, semper amabilem pp. wird man diesen Eindruck natürlich nicht los. Die innere Erregung eines hangenden und bangenden Liebhabers schildert Horaz mit den Worten: creber anhelitu, was wir übersetzen könnten „mit stürmisch wogender Brust“. Etwas sonderbar wird das im vierten Gestirn vom Ochsen und Esel gesagt und von Hipler auf häufiges Brüllen und Schreien gedeutet. Dies sind nur die auffallendsten Beispiele.

Zieht man diese arge Versündigung und noch hin und wieder eine allzu gewagte Anwendung des Bilderspiels ab, so erscheinen die Gedichte eines Geistes wie Coppernicus nicht eben unwürdig. Ins-

besondere herrscht in ihnen dramatisches Leben. Jedes ist ein Dramolett, in welchem man nie den Dichter, sondern einen Beschauer und die handelnden Personen reden hört.

Es wird dem Leser lieb sein, die Gedichte nun selbst kennen zu lernen, die man sich getraut hat als Erzeugnisse eines Geistes wie Coppernicus hinzustellen. Wenn es mir gelungen ist, formelle Mängel der Hiplerschen Übersetzung zu bessern, vielleicht auch einmal den Sinn richtiger herauszubringen, so ist das, da ich auf einem solchen Vorgänger fufsen konnte, kein Verdienst. Ich habe aber auch manchmal verschlechtert, wo Hipler durch eine geistreiche Eingebung einen der vorher gerügten Fehler vertuscht hat.

Sieben Gestirne.

Erstes Gestirn.

(Stellt vor die Verheifsung Christi durch die Propheten.)

Der als herrlicher Fürst längst euch verheifsen ward,
Der sein Volk zu dem Glück ewiger Freiheit führt,
Euch beseligt in seinem
Reich, ihr sehnet euch, ihn zu schaun.

Harrt ein weniges noch! Treulich erscheint er bald.
Er ist härter nicht als parischer Marmorstein;
Auch willfahret so eilig
Niemand anders dem edlen Wunsch.

Noch wohl hält er zurück, was er im Geist beschlofs,
Auf dafs, heifser ersehnt mit des Verlangens Glut,
Ein noch lieberer Gastfreund
Er willkommen dem Herzen sei.

Kommt er aber, der Hirt von des Olympus Höhn,
O, dann werden geschwellt tragen, von weifser Milch
Voll, ihr Euter die Geifsen,
Voll von trefflichem Unterpfand.

Dann zersprengt nicht des Viehs Herden der wilde Leu,
Sanft liebkoset dem angstbebenden Lamm der Wolf;
Hier träuft lindernder Balsam,
Dort spriefst Zimmet und Zuckerrohr.

Dann wird weiden der Hirt wolliger Schafe Schar,
Bietend fröhliche Weid' ihnen im Überflufs.
Wie viel Tausende dürsten!
Seht, er tränkt sie aus einem Quell!

O Quell, glänzend wie durchsichtiger Bergkristall,
Anfanglos, des Gebirgs ragendem Joch entströmt,
Gleit' auch endlich zu uns her:
Still sein Dürsten dem Volke dein!

Zweites Gestirn.

(Stellt die Sehnsucht der Väter nach Christo vor.)

Warum tust du dich auf, flammendes Himmelshaus,
Leuchtest, Sonne, du hell, die sich vorher verbarg,
Fliefst aus hartem Gefelse
Süfs erquickender Honigseim,

Schweigt betroffen des Kriegs mächtige Rüstung still,
Strahlt von farbiger Pracht fröhlich das Saatgefild,
Füllt die fächelnden Lüfte
Wonnig duftiger Wohlgeruch? —

Unfruchtbare, du bist schwanger, Elisabeth;
Jungfrau, keusche, du auch schwanger; zusammen jetzt
Singt ihr Jubelgesänge;
Hellauf schallen sie himmelan.

Oft mit fröhlichem Antlitze zu jenem Haus
Schwebt ein Engel hinein, schwebt noch entzückter fort;
Kund dort macht er den König,
Der noch zaudert, doch endlich kommt.

Ruhmreich sprossender Zweig du von dem höchsten Herrn,
Aus jungfräulichem Leib ringe doch bald dich los!
Steig', inbrünstig Ersehnter,
Bald uns nieder von Vaters Brust!

Nach dir rufen wir aus innerstem Herzensgrund:
Tröst', o tröste, die fromm, und doch in Ängsten sind!
Hoch von oben, o Knäblein,
Komm ins niedere Vaterland!

Heil sei dir vor der Schar himmlischer Mägdelein,
Die du himmlischen Glanz trägst in dem reinen Schofs!
Den Lichtspender, den heitern,
Frührot, bring ihn uns eilend her!

Drittes Gestirn.

(Stellt dar, wie Christus von der Jungfrau geboren ward.)

Wer hat, Kind, dich gelegt unter gestütztes Dach?
Wer doch wehret dem Frost, dafs er nicht schade dir?
Sie, die höchste der Jungfraun,
Die aufbindet ihr blondes Haar,

Schmucklos reizend, und doch goldener Gaben voll,
Stets so blink und so blank, immerdar liebenswert,
Die mit himmlischem Lufthauch
Tief der heilige Geist erfüllt.

Im jungfräulichen Schofs hält sie den Knaben warm,
Und an schneeiger Brust tränkt sie ihn hoheitsvoll;
Sorgsam stillt sie die Tränen,
Trostzusprechend, dem lieben Sohn.

Ochs und Esel, das Knie beugen zur Erde sie,
Dir liebkosend, o Kind, stürmischen Atemzugs;
Dich mifskennet dein Volk einst,
Doch die Tiere, sie kennen dich.

Hierher steigt auch herab, hoch von des Himmels Pol,
Ganz mit Strahlen bekränzt, singend der Engel Chor:
Ruhm dir, ewiger Vater!
Jedem Friede, der Frieden liebt!

Durch die Klänge geweckt eilet der Hirten Schar
Fort vom weidenden Vieh schleunig zur Krippe hin;
Ruhm sei Christus, dem Sohne!
Jedem Friede, der Frieden liebt!

Von süfstönendem Sang klinget des Himmels Rund;
Wiederholend durchdringt Jubel den Weltenbau.
Ruhm, Dreieiniger, sei dir!
Jedem Friede, der Frieden liebt!

Viertes Gestirn.

(Zeigt, wie Jesus nach dem Gesetze beschnitten ward.)

Schon nach Ordnung und Zahl taget der achte Tag,
Und ein göttlicher Tag hebt sich von neuem Quell,
Da den Namen Jesus[5])
Zur Beschneidung das Kind empfing.

Denn des Jahres Beginn bildet der grofse Tag,
Wo, kaum lebend begrüfst, schon er zum ersten Mal
Blut wollt' opfern, das eigne,
Seiner Tränen Ergufs dazu.

Hierher eilet im Lauf, sündige Menschen all!
Ist das Knäblein doch euch einzig allein das Heil!
Ist sein heiliger Name
Doch schon Name des Heils allein!

Wer sich sieht in Gefahr, welche ihm Schaden droht,
Wem der Güter Verlust malet der Armut Bild,
Dem wird Fülle des Reichtums
Jesus spenden, so fromm er fleht.

Wenn Leviathan dir trügliche Schlingen legt,
Wenn das Fleisch und die Welt bringen zum Fall dich will,
O, so flehe zu Jesus!
Sichrer wirst du von Stund an sein.

Wenn auflösende Pest schwer dich darnieder streckt,
Wenn in grausigem Tod Angst du und Zagen fühlst,
Jesu Händen befiehl dich!
Tröstung spürest du alsobald.

Wer dies neueste Wort lieblichen Klanges ruft,
Sein Anliegen dazu betend ans Herz ihm legt,
Den wird Jesus erretten,
Auf defs Schutz er so fest vertraut.

Fünftes Gestirn.

(Zeigt die Anbetung Christi durch die drei Magier.)

Das inmitten der Luft funkelt, das Lichtgestirn,
Her zu Ephratas Stadt führet es Könige.
Sucht ihr jemanden? Jesus?
Dort im Hüttchen verbirgt er sich.

---

[5]) Sprich hier: J—e—sus.

Eintritt nehmt in den Stall! Werft euch zu Boden hin!
Neigt das Haupt, und das Kind, winzig von Körper nur,
Doch hochragenden Geistes
König, betet es an sogleich!

Jetzt blickt auf in des Kinds schmeichelndes Angesicht!
Zur jungfräulichen auch redet, zur Mutter jetzt!
Denn dies Knäblein ist Jesus,
Sie Maria in Ewigkeit.

Er ist's, welchen sich einst Balaam frevelvoll
Als den König und Herrn nahe zu schaun vermafs:
„Seht den Stern, wie er leuchtet
All den Völkern aus Jakobs Haus!"

Jetzt, o Könige fromm, habt ihr genug geschaut;
Völkern allen der Welt werde die Botschaft kund!
Steigt auf flinke Kamele.
Zieht nun heim, doch auf anderm Weg!

Denn Herodes, der Fürst, herrschet mit Frevelmut,
Gar ein listiger Fuchs, tückisch und ränkevoll;
Der erschlüge das Kindlein,
Hört' er, dafs es sich berg' allhier.

Sechstes Gestirn.

(Offenbart die Darstellung Christi im Tempel.)

Glückslos ahnt mir der Geist; welches, das weifs ich nicht;
Doch zum Tempel beruft's heute mich ruhevoll.
Willst du, Simeon, lafs uns
Gleich, gleich eilen, mein alter Freund!

Schau nur! Auf zum Altar hebt sich der Priesterfürst,
Schlachtend, wie es der Brauch, heiliges Opfervieh.
Wie zum Himmel der Duft dringt
Aus manch dampfenden Ofens Glut!

Sieh, demütigen Sinns bietet die Wöchnerin
Dort ihr Kindlein dem Herrn, opfert dem höchsten Gott
Täubchen schillernden Halses,
Auch Wachskerzen, die knisternden.

Gleich wohl wähnt man der Schar anderer Mütter sie,
Meint, dem Knaben gesellt suche sie Reinigung;
Und doch, schämige Jungfrau,
Trägt den Herrn sie der Heiligen!

Wem entschimmert so hellleuchtender Strahlenglanz?
Fuhr das Tagesgestirn ganz in das Gotteshaus?
Leuchtet's also vom Altar?
Nein, vom Knaben erglänzt das Licht.

Eil, o Simeon, hin! Flügle den müden Schritt!
In dem sehnenden Arm heb' an die Brust das Kind!
In sein leuchtendes Antlitz
Schau, und sättige froh den Blick!

In dir wohnet der Geist; horch! Er verkündet dir:
Dies ist Christus, das Licht, das dir verheifsen ward,
Das Gott selber entzündet:
Fahr in Frieden, du treuer Knecht!

Siebentes Gestirn.

(Stellt den 12jährigen Christusknaben mitten unter die Lehrer.)

Knäblein, wackere, jetzt gehet zum Christuskind!
Vor ihn tretet und sprecht — fromm sei der Stimmchen Klang —
„Heil sei, Gast, dir, o Jesu!
Kommst ein längst uns ersehnter her.

Geht dir's, Liebster, auch gut? Wannen erscheinest du?
Sag uns alles genau, wie dir's gelungen ist!
Denn uns Ärmste bedrängten
Viel Fährnisse mit Todesnot.

Liefs Herodes, von haarsträubender Wut entbrannt,
Doch, wie Lämmer, im Reich sammeln die Knaben rings,
Die zweijährigen alle,
Sie zu schlachten mit scharfem Schwert!

Wir, weil Gott es gefügt, zählten der Jahre drei,
Sah'n dem schrecklichen Tod, wehe, der Brüder zu!
Unsrer Eltern Geschrei drang
Zu den goldenen Sternen auf". —

„Glücklich ward ich entrafft hin nach Ägyptens Strand,
Kam seit kurzem zurück erst in das Vaterland.
Jetzt zwölfjährig, verehr' ich
Hier des himmlischen Vaters Huld.

Zu mir hellen Gesichts eilet, ihr Kleinen, her!
Seht die Weise mir ab, wie euch zu leben frommt!
Und als meine Genossen
Zieht zur heiligen Hall' hinein!"

Wunderbares erschaun wir in dem Haus des Herrn:
Schriftgelehrte, geschart, Greis', um den Knaben her,
Wechseln Meinungen über
Den Messias, den Gottessohn.

Wie das törige Kind klüglich die Worte wählt,
Und den Alten gewandt Heimlichstes offenbart,
Bald verständig sie ausfragt,
Bald antwortet mit scharfem Sinn!

Weisheit spendet der Geist, welcher vom Himmel stammt,
Nicht die Länge der Zeit reifet zum Greis den Mann.
Zwiefach Greis ist der Knab' hier,
Zwiefach Kinder die Greisenschar.



Der Komet 1903c (Borrelly),

welcher im Juli und August vorigen Jahres auch dem unbewaffneten Auge längere Zeit sichtbar war, ist auf der Lick-Sternwarte von Sebastian Albrecht im ganzen 36 mal, zwischen dem 22. Juni und 18. August 1903, photographiert worden. Zwölf dieser Aufnahmen, welche die Entwickelung des Schweifsystems des Kometen im Verlauf eines Monats zeigen, veröffentlicht die Lick-Sternwarte in No. 52 ihrer wertvollen Bulletins, und wir geben dieselben auf dem Titelblatt wieder. Die Ausschnitte aus den Originalplatten sind so angeordnet, dafs der Hauptschweif in deren Längsachse liegt. Die Zeit der Exposition ist bei jeder Aufnahme angegeben, die Dauer derselben schwankt zwischen 1^h und 6^h. Die Sterne erscheinen auf allen Aufnahmen, mit Ausnahme der beiden letzten, kurz exponierten, als Striche. Es ist nämlich bei photographischen Aufnahmen von Kometen notwendig, das Leitfernrohr nicht auf einen hellen Stern unbeweglich zu halten, da man sonst von dem bewegten Kometen ein strichförmiges Bild seines Kopfes, von dem zarten Licht des Schweifes aber kaum etwas erhalten würde; das letztere würde dann nicht lange genug auf eine Stelle der Platte wirken, um dort einen Eindruck zu hinterlassen. Indem nun das Leitfernrohr auf den Kern des Kometenkopfes pointiert wird und einerseits mit den beiden Feinbewegungsschlüsseln die Uhrbewegung des Fernrohrs nach der Bewegung des Kometen korrigiert wird, andrerseits in Declination nachgedreht wird, erhält die Platte eine Verschiebung gegen die Fixsterne, und diese erscheinen als Striche, deren Länge den vom Kometen inzwischen zurückgelegten Weg und deren Richtung die seiner Bewegung anzeigt.

Der Komet besafs einen Hauptschweif, dessen Ausdehnung sich stellenweise bis ans Ende der Platte, d. h. auf 10 Grade verfolgen läfst. Bisweilen nur auf einer, bisweilen auf beiden Seiten dieses Hauptschweifes finden sich Ansätze kurzer, schmaler Nebenschweife, die Winkel von 6—11^0 mit der Achse des Hauptschweifes bilden. Eine eigentümliche Erscheinung zeigte sich am 24. Juli, nämlich ein

Schweifstück unter dem Hauptschweif, welches aber in keiner Verbindung mit dem Kometenkopfe steht. Weder am 23. noch am 25. ist etwas von demselben zu sehen. Es mufs also am 24. vor der Aufnahme ein Ausbruch von Gasen die von ihm hinwegströmten, aus dem Kometenkopfe stattgefunden haben. Ein glücklicher Zufall fügte es, dafs in der gleichen Nacht auf anderen Sternwarten noch 3 Aufnahmen gemacht sind, nämlich in Nanterre von Quenisset und am Yerkes Observatory von Barnard und Wallace. Mifst man auf allen Platten den Abstand des dem Kometenkopfe zugekehrten Endes der Ausströmung von diesem und ordnet die Abstände nach der Zeit des Beginns der Aufnahme, so hat man:

Ort	Mittlere Zeit Greenwich		Abstand der Ausströmung	
Nanterre	11^h	0^m	1^0	$30'$
Yerkes	14	57	2	19
Lick	17	0	2	50
Yerkes	17	59	3	2

Es fand also eine fortdauernde Entfernung des losgerissenen Stücks vom Kometenkopfe statt, die im Mittel pro Stunde $12^1/_2$ Bogenminuten betrug. Berechnet man aus dem Abstand des Kometen von der Erde die wirkliche Raumbewegung, so ergibt sich die Geschwindigkeit der Entfernung der vom Kometenkopfe abgestofsenen Materie zu 62 Kilometern in der Sekunde. Die Ausströmung war direkt der Sonne abgewandt, der der Komet selbst sich näherte, und sie entfernte sich von der Sonne um 20 Kilometer pro Sekunde. Die Zahlen liegen durchaus innerhalb der sonst im Planetensystem vorkommenden Geschwindigkeiten. Das auf der Lick-Aufnahme sichtbare Stück dieser Ausströmung erscheint gröfser, als es in Wirklichkeit ist, da es ja während der $5^1/_2$ stündigen Exposition sich in seiner Längsrichtung bewegt hat. Nimmt man diese Bewegung zu 69 Bogenminuten an, so reduziert sich die gemessene Längsausdehnung von 104 Bogenminuten auf eine wahre von 35 Bogenminuten oder auf ein Drittel; die Breite der ausgeströmten Masse wurde zu 16 Bogenminuten, das ist die Hälfte der Länge gemessen. Die Entfernung des Kometen von der Erde betrug an diesem Tage 53 Millionen Kilometer, und einer Winkelausdehnung von 1 Bogenminute entsprach daher eine wahre Länge von $15^1/_2$ Tausend Kilometern. Setzt man den Tiefendurchmesser der Ausströmung ihrer Breite gleich, gibt ihr also Cylinderform, so erhält man für das Volumen des losgerissenen Schweifstücks $35 \times 8^2 \times (15^1/_2)^3 \times \pi$ Milliarden = 26000 Billionen Kubik-

kilometer. Da der Rauminhalt der Erde etwas über 1 Billion Kubikkilometer beträgt, so hätten rund 25000 Erdkugeln in der Kometenausströmung Platz gefunden.



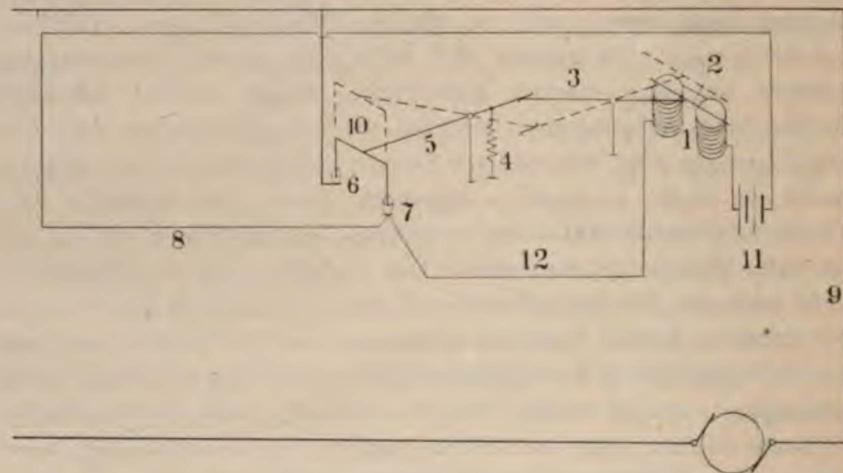
Der Schönsche Sicherheitsschalter.

Dem ungarischen Elektriker Ignaz Schön ist es gelungen, eine ebenso gute wie einfache und wohlfeile Erfindung zu machen und überall patentiert zu bekommen, die gegen Unfälle durch das Reifsen von Drähten bei Kraftübertragungsleitungen (Strafsen- und Vollbahnen, Beleuchtungsanlagen usw.) mit Gleich-, Wechsel- oder Drehstrom Schutz gewährt. Es handelt sich nicht etwa um eine Bleisicherung, sondern um einen direkten Ausschalter. Dieser bewirkt, dafs beim Reifsen eines Arbeitsdrahtes lediglich die betr. „Sektion" in Mitleidenschaft gezogen wird, während alle übrigen Sektionen unberührt bleiben. Reifst ein Draht, so kann — abgesehen davon, dafs Menschen oder Tieren kein Unfall trifft — die entstehende Betriebstörung binnen fünf bis zehn Minuten behoben sein. Der Hauptwert der Vorrichtung besteht nach den Patentschriften darin, dafs beim Reifsen einer Leitung der Strom zu keinem Teile der gerissenen Leitung fliefsen kann, was zur Beseitigung der Gefährlichkeit der Oberleitungen genügt. Dem Stammpatent zufolge wurde „dieses vollständig gefahrlose Einschalten dadurch erreicht, dafs an den Endpunkten der Arbeitsleitung, bezw. der einzelnen Sektionen elektromagnetische Umschalter angeordnet sind, deren Magnete von der Arbeitsleitung erregt werden und die in erregtem Zustande die Arbeitsleitung mittels ihres Ankers mit der Speiseleitung verbinden". Reifst nun die Arbeitsleitung, so wird durch einen oder beide Ausschalter, deren Anker frei werden, die Rückleitung mit der Speiseleitung kurzgeschlossen, so dafs die entweder am Schaltbrett der Speiseleitung oder am beschädigten Leitungsteil angeordneten Sicherungen ausgebrannt werden, was die Speiseleitung, bezw. die betr. Leitungsteile stromlos macht.

Das Zusatzpatent betrifft eine absolute Vervollkommnung der Stromunterbrechungsvorrichtung. Hier machen die elektromagnetischen Umschalter die Arbeitsleitung ausschliefslich durch unmittelbare elektrische Ausschaltung stromlos, also ohne Kurzschlufs und Ausbrennen irgendwelcher Sicherungen. Dies wird dadurch bewirkt, dafs die Umschalter, deren Erregungsstromkreis durch die Arbeitsleitung geschlossen ist, Kontakte betätigen, die zur Verbindung der

Speiseleitung mit der Arbeitsleitung dienen. „Wenn daher die Arbeitsleitung abgerissen ist, und dadurch der Stromkreis der elektromagnetischen Umschalter unterbrochen wird, geben die Magnete der letzteren ihre Anker frei, die, ihre Stellung ändernd, nunmehr die Kontakte und dadurch die Verbindung zwischen Speise- und Arbeitsleitung unterbrechen".

Die Erfindung in ihrer jetzigen Form ist in unserer Zeichnung veranschaulicht. Der Umschalter besteht aus dem Elektromagnet 1 und dem Anker 2, der an einem drehbar gelagerter zweiarmigen Hebel 3 befestigt ist. Mit dem Hebel 3 arbeitet ein zweiter, ebenfalls drehbar gelagerter Hebel 5 zusammen.



Dieser steht unter der Wirkung der Feder 4, die ihn in die gestrichelt gezeichnete Lage zieht, wenn der Anker 2 des Hebels 3 freigegeben wird. Am Ende des Hebels 5 ist ein gabelförmiges Leitungsstück (10) isoliert befestigt, das mit zwei Kontakten (6, 7) zusammenarbeitet, welche beliebig — z. B. als Kohlenkontakte — ausgeführt sein können und von welchen der eine mit der Arbeitsleitung 8, der andere mit der Speiseleitung 9 verbunden ist. Die Arbeitsleitung erhält daher den Strom von der Speiseleitung über den Kontakt 6, das Leitungsstück 10 und den Kontakt 7. Die Bewickelung des Elektromagneten 1 ist einerseits mit dem einen Pol einer Erregerbatterie (11), anderseits mittels der Leitung 12 mit der Arbeitsleitung 8 verbunden, während der andere Pol der Batterie ebenfalls an die Arbeitsleitung geschaltet ist, jedoch so, dafs der Stromkreis der Magnetbewickelung über die Arbeitsleitung 8 geschlossen ist.

Die Wirkungsweise der automatischen Vorrichtung ist hiernach leicht verständlich. Die Patentschrift besagt hierüber: „In gewöhnlichem Zustand hält der Elektromagnet, dessen Bewickelung über die Arbeitsleitung in geschlossenem Stromkreis liegt, seinen Anker angezogen, wobei das Leitungsstück die Speiseleitung 9 über die Kontakte 6, 7 mit der Arbeitsleitung verbindet. Beim Reifsen der letzteren wird nun der Erregungsstromkreis des Elektromagneten unterbrochen und dadurch der Anker 2 freigegeben, so dafs die Hebel 3 und 5 in die gestrichelt gezeichnete Lage kommen. Damit wird auch die Verbindung zwischen Speise- und Arbeitsleitung bei der Kontaktvorrichtung (6, 10, 7) unterbrochen, was die mit dem Reifsen sonst verbundene Gefahr beseitigt.“ Die Vorrichtung zur Übertragung der Ankerbewegung auf die Kontaktvorrichtung, sowie die Konstruktion des ganzen Umschalters und der Kontaktvorrichtung kann selbstverständlich in verschiedener Weise ausgeführt werden. Auch könnte man die Batterie 11 gänzlich fortlassen und zur Erregung der Umschaltermagnete den Betriebsstrom selbst ausnützen.

Der Schönsche Stromunterbrecher erfordert für jede Leitung, bei der er angewendet werden soll, eine eigne Leitung aus dünnem, billigen Draht (etwa 12 Pfg. pro Meter) und pro Stromkreis (Sektion) 1 Apparat, der, wenn fabrikmäfsig hergestellt, nur ca. 17 Mk. kostet. Demgemäfs käme die Anlage äufserst billig zu stehen. Speziell bei Telephonleitungen wäre sogar der Sonderdraht überflüssig, da sie ja eigene Rückleiter haben. Da die Erfindung — was sehr wichtig ist — auch bei Kurven, Wegübergängen, Weichen usw. aufs sicherste funktioniert, kann sie den Bau von sonst unmöglichen Oberleitungen ermöglichen. Was die Praxis betrifft, so hat der Schalter sich bisher vorzüglich bewährt.

L. K—r.



 Himmelserscheinungen. 

Übersicht über die Himmelserscheinungen für Januar, Februar und März 1905.[1])

1) **Der Sternenhimmel.** Am 15. Januar um 11 h, am 15. Februar um 9 h, am 15. März um 7 h ist die Lage der Sternbilder gegen den Horizont die folgende: Die schönste Stelle des ganzen Sternendoms, wo 9 Sterne erster Gröfse das Auge aus der Tiefe des Weltalls anblicken, finden wir zu beiden Seiten des Meridians. Wir gehen vom bekannten Kreuze des Orion aus, das schon den Meridian passiert hat und sich nach links neigt. Über den 3 Gürtelsternen liegt senkrecht oben Bedelgeuze, unten Rigel, dagegen trifft die Verlängerung der Gürtelsterne nach oben Aldebaran im Stier mit der Gruppe der Hyaden (worüber rechts die Plejaden), nach unten Sirius, des Himmels hellsten Stern, im grofsen Hunde. Die Kreuzachse des Orion, nach oben verlängert, geht durch das Rechteck der Zwillinge schräg hindurch, in dessen schmaler, dem Orion abgekehrter Seite wir Castor und Pollux finden. Die Verbindungslinie von Pollux nach Sirius führt in ihrer Mitte an Procyon im kleinen Hunde rechts vorbei. Zieht man die Linie Pollux — Castor weit nach oben durch und biegt sie stark nach rechts, so trifft man Capella, den Hauptstern des Fuhrmanns, und endlich führt die Linie vom obersten Gürtelstern des Orion nach Procyon, um sich selbst verlängert, auf Regulus im grofsen Löwen. Zu diesen 9 Sternen erster Gröfse kommt nun, sie alle überstrahlend, noch weit rechts in den Fischen der Planet Jupiter hinzu. Zwischen ihm und dem Stier findet man die drei bekannten Sterne des Widders, während andererseits zwischen Zwillingen und Löwen im Krebs der Nebelschimmer der Präsepe ins Auge fällt. Unter dieser Hauptgegend des Himmels finden wir nichts bemerkenswertes: einige Walfischsterne unter dem Widder, den Eridanus unter dem Stier, den Hasen unter dem Orion, im Südwesten unter dem Löwen die Wasserschlange, im Osten im Aufgehen die ersten Sterne der Jungfrau.

Wir kehren dieser Gegend des Himmels den Rücken zu und wenden uns gen Norden, wo wir den bekannten „ruhenden Pol in der Erscheinungen Flucht", den Polarstern, in etwa 52° Höhe auffinden. Links über ihm unweit Capella steht das Dreieck des Perseus, links neben ihm das W der Cassiopeia, links unter ihm die 5 hellen Sterne des Cepheus, darunter ist der Schwan halb schon unter den Horizont getaucht. Wega in der Leier streift gerade den Nordhorizont; der Drache trennt sie vom Pol und vom kleinen Bären. Der grofse Bär steht rechts neben dem Polarstern. Seine Deichsel führt mit Fortsetzung der Biegung nach rechts auf Arcturus im Bootes, von dem links das Diadem der nördlichen Krone über dem Nordosthorizont funkelt.

Zur Orientierung mögen die folgenden Sterne dienen, welche heller als $3^m.3$ sind und die abends um 9 Uhr M. E. Z. kulminieren:

---

[1]) Alle Zeitangaben in M. E. Z. und nach astronomischer Zählweise, d. h. die Vormittagsstunden eines Tages sind — mit Ausnahme der Sonnenaufgänge — — um 12^h vermehrt zum vorigen Tage gerechnet.

Tag	Name	Grösse	Rektaszension	Deklination	Tag	Name	Grösse	Rektaszension	Deklination
Jan. 4	ζ Persei	3.0	3h 48m 10s	+ 31° 36.1'	Febr. 5	ϑ Aurigae	3.0	5h 53m 16s	+ 37° 12.3'
5	ε "	3.3	3 51 30	+ 39 44.1	9	η Geminor.	3½	6 9 10	+ 22 31.9
6	γ Eridani	3.0	3 53 36	− 13 46.9	11	μ "	3.0	6 17 14	+ 22 33.6
15	α Tauri	1	4 30 29	+ 16 19.0	11	β Canis mai.	2.6	6 18 32	− 17 54.8
15	ν Eridani	3.3	4 31 55	− 3 33.0	15	γ Geminor.	2.3	6 32 14	+ 16 28.7
20	ι Aurigae	3.0	4 50 49	+ 33 0.9	16	ε "	3.3	6 38 6	+ 25 13.4
23	β Eridani	3.0	5 3 12	− 5 12.8	17	α Canis mai.	1	6 40 59	− 16 35.5
25	α Aurigae	1	5 9 42	+ 45 54.1	19	ϑ Geminor.	3.3	6 46 33	+ 34 4.5
25	β Orionis	1	5 9 59	− 8 18.9	20	ε Canis mai.	1.6	6 54 55	− 28 50.9
27	η "	3.3	5 19 42	− 2 29.1	23	δ " "	2.0	7 4 33	− 26 14.9
28	γ "	2.0	5 20 3	+ 6 15.6	26	δ Geminor.	3.3	7 14 28	+ 22 9.3
28	β Tauri	2.0	5 20 18	+ 28 31.5	27	β Canis mai.	3.0	7 21 1	+ 8 28.6
29	β Leporis	3.2	5 24 10	− 20 50.1	März 1	α Geminor.	2	7 28 33	+ 32 5.7
30	δ Orionis	2⅔	5 27 10	− 0 22.4	3	α Canis mai.	1	7 34 21	+ 5 27.9
30	α Leporis	3.0	5 28 33	− 17 53.7	4	β Geminor.	1.3	7 39 31	+ 28 15.2
30	ι Orionis	3.1	5 30 48	− 5 58.6	10	ι Navis	3.0	8 3 31	− 24 1.2
30	ε "	2.0	5 31 24	− 1 16.0	20	ε Hydrae	3.3	8 41 45	+ 6 46.1
30	ζ Tauri	3.3	5 31 59	+ 21 5.0	22	ζ "	3.3	8 50 23	+ 6 18.2
Febr. 3	κ Orionis	2.6	5 43 16	− 9 42.5	28	40 Lyncis	3.3	9 15 17	+ 34 47.6
4	α Aurigae	1	5 50 3	+ 7 23.2	30	α Hydrae	2.0	9 22 56	− 8 15.1
5	β "	2.0	5 52 35	+ 44 56.2	April 4	ε Leonis	3.0	9 40 29	+ 24 12.6

2) Veränderliche Sterne.

a) Dem unbewaffneten Auge und einem Opernglas sind nur die folgenden Minima der 3. helleren Variabeln des Algoltypus zugänglich:

α) Algol (3h 2m +40° 35'), Gröfse 2m.3−3m.4. Halbe Dauer des Minimums: 4⅓h.

Jan.	7	17h	58m	Jan.	27	19h	41m	Febr.	19	18h	12m	März	14	16h	44m
	10	14	47		30	16	30		22	15	1		17	13	33
	13	11	36	Febr.	2	13	18		25	11	50		20	10	22
	16	8	25		5	10	7		28	8	39		23	7	11
	19	5	14		8	6	56	März	3	5	28				

β) λ Tauri (3h 55m +12° 14'), Gröfse 3m.4−4m.5. Halbe Dauer des Minimums: 5h.

Januar	4	5h	49m	Februar	24	15h	8m	März	16	9h	29m
	8	4	42		28	14	0		20	8	21
Februar	12	18	31	März	4	12	52		24	7	13
	16	17	24		8	11	45		28	6	6
	20	16	16		12	10	37				

γ) δ Librae (14h 56m −8° 8'), Gröfse 5m.0−6m.2. Halbe Dauer des Minimums: 6h.

Januar	1	19h	51m	Februar	3	9h	50m	März	3	8h	7m
	6	11	33		5	17	41		5	15	58
	8	19	25		10	9	24		10	7	41
	13	11	8		12	17	16		12	15	33
	15	18	59		17	8	59		17	7	15
	20	10	42		19	16	50		19	15	7
	22	18	34		24	8	33		24	6	49
	27	10	16		26	16	24		26	14	40
	29	18	7						31	6	23

b) Maxima der helleren (> 9 m) Veränderlichen von langer Periode.

Tag	Name	Ort für 1905	Helligkeit d. Max.	Tag	Name	Ort für 1905	Helligkeit d. Max.
Jan. 1	U Arietis	3h 6m +14° 25'	7	Febr. 14	T Urs. mai	12h 32m +60° 1'	7—8
	T Virginis	12 10 — 5 30	8—9	15	U Monoc.	7 26 — 9 35	6—7
5	V Orionis	5 0 + 3 59	8—9	18	W Pegasi	23 15 +25 46	8
7	R Corvi	12 15 —18 43	7	19	U Serpentis	16 3 +10 11	9
9	S Urs. mai.	12 39 +61 37	8	21	S Orionis	5 24 — 4 46	9
10	W Aurigae	5 21 +36 49	8—9	22	U Librae	15 37 —20 52	9
13	W Ceti	23 57 —15 13	8—9		T Monoc.	6 20 + 7 8	6
16	RZ Cygni	20 49 +47 0	9	24	T Camelop.	4 31 +65 57	7
	V Gemin.	7 18 +13 16	8—9		S Cassiop.	1 13 +72 7	7—8
	R Tauri	4 23 + 9 57	8	**25**	**ο Ceti**	**2 15 — 3 24**	**3—4**
23	ST Cygni	20 30 +54 38	9	27	V Coronae	15 46 +39 51	7—8
24	T Can ven.	12 25 +32 2	8—9	28	S Coronae	15 18 +31 42	7
	X Gemin.	6 41 +30 22	8—9		W Orionis	5 0 + 1 3	6
	X Hercul.	16 0 +47 30	6	März 1	W Leonis	10 49 +14 13	9
26	U Cancri	8 30 +19 14	9	5	X Aurigae	6 5 +50 15	8
	T Monoc.	6 20 + 7 8	6	10	Y Monoc.	6 51 +11 22	8—9
27	TU Cygni	19 44 +48 50	9	11	X Hydrae	9 31 —14 16	9
28	W Orionis	5 0 + 1 3	6	12	RR Persei	2 22 +50 50	8—9
31	X Camelop.	4 33 +74 56	9	13	W Monoc.	6 48 — 7 2	8—9
	S "	5 31 +68 45	8—9	20	V Draconis	17 56 +54 53	9
	U Cassiop.	0 41 +47 44	8	21	T Monoc.	6 20 + 7 8	6
Febr. 3	Y Cephei	0 31 +79 50	8—9	27	T Hercul.	18 5 +31 0	7-8
7	T Ceti	0 17 —20 35	5—6	31	Z Ceti	1 2 — 1 59	9
12	R Ceti	2 21 — 0 36	8		RS Librae	15 19 —22 34	8—9
13	S Lacertae	22 25 +39 48	8—9		RU Virginis	12 42 + 4 40	8

Mehrere Maxima erreichen in dieser Zeit die Sterne:

Name	Ort für 1905	Helligk. im Maximum	Zeiten der Maxima		
			Januar	Februar	März
SZ Cygni	20h 30m +46° 16'	8	31	15	2,17
TX "	20 56 42 13	8 bis 9	6,21	5,19	6,21
VX "	20 54 39 48	9	18	7,27	19

Die Beobachtung der Veränderlichen sei den Liebhabern der Astronomie besonders empfohlen; auf ihre Mitarbeit auf diesem weiten Gebiete kann nicht verzichtet werden, da die Arbeitskraft der beobachtenden Fachastronomen meist durch umfangreiche Spezialarbeiten absorbiert wird.

3) **Planeten.** Merkur ist am 22. Januar in größter westlicher Elongation und deshalb am Morgenhimmel trotz tiefen Standes im Schützen vielleicht für einige Minuten zu sehen, am 9. März ist er in oberer Konjunktion mit der Sonne.

Venus steht Anfang Januar als Abendstern mit langsam zunehmendem Glanze im Steinbock und ist bis $7\frac{3}{4}^h$ zu sehen. Sie tritt am 4. in den

Wassermann und bereits am 24. Januar in die Fische, wo sie bis $8^3/_4{}^h$ sichtbar bleibt. Sie entfernt sich nun bei nördlich gerichteter Bewegung immer weiter von der Sonne, bis sie am 14. Februar in gröfster östlicher Elongation ist (Untergang $9^1/_2{}^h$). Ihr Glanz nimmt stetig zu. Ende Februar tritt sie in den Widder. Sie nähert sich dann stark dem Jupiter von rechts, holt ihn am 9. März ein, geht aber fast 5° nördlich an ihm vorbei. Am 21. März ist Venus im gröfsten Glanz und dann bekanntlich auch bei Tage sichtbar. Sie geht dann abends erst $10^1/_2{}^h$ unter.

Mars steht Anfang Januar rechtläufig links oberhalb der Spica und geht $1^1/_2{}^h$ früh auf; er läuft auf α Librae zu, den er am 11. Februar 3 Vollmondbreiten nördlich passiert (Aufgang $12^3/_4{}^h$). Er geht nun weiter nach links und südwärts auf den Skorpion zu, erreicht ihn aber bei weitem nicht, da seine Bewegung sich zusehends verlangsamt und Anfang April in Stillstand kommt. Der Aufgang des Planeten hat sich allmählich bis $10^1/_2{}^h$ Abends verfrüht.

Jupiter, rechtläufig in den Fischen bis 15. Februar und dann im Widder, ist bei Dunkelwerden bereits hoch im Süden. Er geht am 1. Januar um $13^1/_4{}^h$, am 1. Februar um $11^1/_2{}^h$, am 1. März um $10^1/_4{}^h$ unter. Am 9. März ist er in Konjunktion mit Venus (s. o.)

Saturn ist zunächst rechtläufig im Steinbock unmittelbar rechts von Venus, die ihm nach links davon eilt, dann tritt der Planet um den 18. Februar in den Wassermann. Anfang Januar bis $7^1/_4{}^h$ Abends sichtbar, steht er bereits Ende dieses Monats der Sonne zu nahe und verschwindet in der Abenddämmerung. Am 12. Februar ist er in Konjunktion mit der Sonne und taucht am Morgenhimmel Ende März um $4^3/_4{}^h$ wieder auf.

Uranus steht rechtläufig im Schützen am 23. Januar genau $2^1/_2{}^\circ$ südlich von μ Sagittarii und ist Ende März seinem Stillstand nahe.

Neptun, rückläufig in den Zwillingen, kann in der (genau für Februar 15 geltenden) Position $6^h\ 24^m\ +22^\circ\ 19'$ nur durch ein kleines Fernrohr aufgefunden werden. Am 17. März wendet er wieder zur rechtläufigen Bewegung um.

4) Jupitermonde.

I. Trabant. Austritte aus dem Schatten

Jan.	6	9h	36m	35s	Febr. 7	6h	17m	14s
	13	11	32	22	14	8	12	46
	15	6	1	22	21	10	8	13
	22	7	57	5	März 2	6	32	26
	29	9	52	46	9	8	27	41
					25	6	46	39

II. Trabant. Austritte aus dem Schatten

Jan.	2	7h	13m	23s	Febr. 3	7	1	28
	9	9	50	31	10	9	39	12
	16	12	27	49	März 7	6	52	25
	27	4	23	51	14	9	30	35

III. Trabant.

		Eintritte			Austritte		
Jan.	17	5h	38m	26s	7h	11m	6s
	24	9	40	47	11	12	25
März	1	5	53	38	7	20	48

Der IV. Trabant wird 1905 überhaupt nicht verfinstert

5) **Meteore.** Besonders reiche Ströme fallen nicht in dies Quartal. Vom 1—3. Januar ist ein Radiant in der Nähe von υ Herculis tätig.

6) **Sternbedeckungen durch den Mond** (sichtbar für Berlin):

Tag	Name	Gröfse	Eintritt	Austritt	Positionswinkel[1] d. Eintritts	d. Austritts
Jan. 10	ψ Aquarii	4.3	6h 23.5m	7h 35.3m	56°	257°
„ 19	26 Geminorum	5.5	6 0.8	6 23.4	155	198
„ 24	β Virginis	3.3	13 53.5	15 0.5	132	276
„ 28	γ Librae	4.3	16 22.5	17 20.9	75	323
Febr. 13	θ¹ Tauri	4.2	6 33.4	7 51.8	63	272
„ 13	θ² Tauri	4.2	6 32.8	7 53.0	84	251
„ 13	Anonyma	5.0	8 7.1	8 55.5	28	312
„ 14	111 Tauri	5.5	7 48.3	9 3.3	102	246
„ 21	η Virginis	3.3	11 9.1	11 59.5	152	254
März 12	γ Tauri	4.0	11 13.9	12 0.7	50	299
„ 20	β Virginis	3.3	10 10.7	11 10.9	142	266

7) **Konjunktionen der 5 alten Planeten mit dem Monde.**

Merkur	Jan.	4	12h	Febr. 2	2h	März	5	11h
Venus	„	9	4	„ 8	3	„	9	13
Mars	„	27	11	„ 24	13	„	24	8
Jupiter	„	13	4	„ 9	19	„	9	12
Saturn	„	8	3	„ 4	17	„	4	5 u. 31 17h

8) **Mond.** a) Phasen.

Neumond	Jan. 5	7h	Febr. 4	0h	März 5	18h
Erst. Viert.	13	9	12	5	13	22
Vollmond	20	20	19	8	20	18
Letzt. Viert.	27	13	25	23	27	11

b) Apsiden.

Erdferne	Jan. 11	14h	Febr. 8	9h	März 7	20h
Erdnähe	23	7h	20	12h	21	0h

c) Auf- und Untergänge für Berlin.

Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin	Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin	Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin
Jan. 1	16h 23m	1h 19m	Febr. 1	18h 14m	2h 10m	März 1	16h 56m	1h 1m
6	20 58	5 17	6	20 50	7 19	6	19 17	6 14
11	23 7	10 36	11	22 47	12 37	11	21 18	11 29
16	0 47	15 58	16	1 38	17 32	16	0 22	16 7
21	5 9	20 25	21	8 0	20 28	21	6 52	18 54
26	11 42	22 54	26	14 20	23 18	26	13 13	22 2

d) Partielle Mondfinsternis 1905 Febr. 19. Anfang 6h 53.4m, Mitte 8h 0.1m, Ende 9h 6.7m; Gröfse der Verfinsterung 0.41, der obere Teil des Mondes taucht in den Schatten ein.

1) Gezählt vom nördlichsten Punkte des Mondes nach links herum.

9) **Sonne.**

Sonntag		Sternzeit f. den mittl. Berl Mittag			Zeitgleichung mittl. — wahre Z.			Aufgang für Berlin		Untergang	
Jan.	1	18 h	41 m	43.4 s	+	3 m	30.9 s	8 h	19 m	4 h	0 m
	8	19	9	19.3		6	41.6	8	17	4	8
	15	19	36	55.2		9	27.0	8	13	4	19
	22	20	4	31.1		11	39.0	8	5	4	31
	29	20	32	7.0		13	13.8	7	56	4	43
Febr.	5	20	59	42.8		14	9.5	7	44	4	56
	12	21	27	18.7		14	25.5	7	32	5	10
	19	21	54	54.6		14	3.5	7	18	5	23
	26	22	22	30.5		13	8.2	7	3	5	36
März	5	22	50	6.3		11	45.8	6	47	5	49
	12	23	17	42.2		10	2.0	6	31	6	2
	19	23	45	18.1		8	2.6	6	15	6	14
	26	0	12	53.9		5	55.0	5	58	6	27
April	2	0	40	29.8		3	47.2	5	42	6	39

Am 5. März von 15^h 19.6^m bis 21^h 5.4^m findet eine ringförmige, bei uns unsichtbare Sonnenfinsternis statt, die wesentlich im indischen Ozean und seinen Grenzländern beobachtet werden kann.



Dr. R. Dorr: Mikroskopische Faltungsformen, ein physikalisches Experiment. Danzig, Verlag von A. W. Kafemann.

Verfasser untersucht die nur durch die Schwerkraft verursachte Faltung einer plastischen Masse mit Hilfe von Harzhäutchen, die er aus Kolophonium-, Siegellack- oder Terpentinlösungen abscheidet. Bei der Erkaltung entstehen auf einer Glasplatte allerhand Faltungsformen, von denen der Verfasser meint, sie seien allein unter dem Einflufs der Schwerkraft zustande gekommen. Natürlich handelt es sich um Gebilde, die nur unter dem Mikroskop beobachtet werden können. Dorr vergleicht sie mit den Ring- nnd Terrassengebirgen, sowie mit den Rillen des Mondes und kommt dann zu dem Schlufs, die meisten Gebilde der Mondoberfläche seien Aufblähungsformen und enstanden, als der feuerflüssige Mondball erstarrte. Der Verfasser baut also, gestützt auf seine mikroskopischen Beobachtungen, die Theorie Mädlers weiter aus. Bezüglich der Einzelheiten müssen wir auf die Arbeit selbst verweisen.

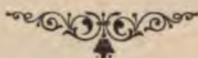
D.

Frederick Soddy: Die Entwickelung der Materie enthüllt durch die Radioaktivität. Wilde-Vorlesung; gehalten am 23. Februar 1904 in der Literary and Philosophical Society in Manschester. Leipzig bei Johann Ambrosius Barth.

Soddy, der Genosse Ramsays bei den epochemachenden Untersuchungen über die Verwandlung von Radiumemanation in Helium, nimmt das Wort, um in übersichtlicher und leicht verständlicher Weise die Eigenschaften und die Bedeutung der radioaktiven Körper für unser Wissen von der Entwickelung der Materie darzustellen. Wir weisen nachdrücklich auf das Buch hin und bedauern, heute nicht den Raum zur Verfügung zu haben, dasselbe nach Gebühr zu würdigen. Wir werden jedoch in einem der folgenden Hefte noch einmal ausführlich darauf zurückkommen. D.

Dr. F. Neesen: Kathoden- und Röntgenstrahlen, sowie die Strahlung radioaktiver Körper. Wien und Leipzig, Hartlebens Verlag.

Der Verfasser stellt sich die Aufgabe, die wesensverwandten Erscheinungen der Kathodenstrahlen (Kanalstrahlen), Röntgenstrahlen und Becquerelstrahlen (worunter wir die Strahlung radioaktiver Körper überhaupt verstehen) in zusammenfassender Darstellung zu erläutern. Die Absicht ist wohlgelungen. Das Material ist recht vollständig behandelt und dabei leicht faſslich, so daſs man das Buch auch dem jungen Physiker, der sich in die Materie einarbeiten will, gern empfehlen wird. Überall kommt der Verfasser mit elementarer Mathematik durch und legt sich da eine weise Zurückhaltung auf, wo eine elementare Behandlung nicht möglich ist, wie beispielsweise bei der Diskussion über die scheinbare Masse der Elektronen. Die Entwickelung der Bestimmungsgleichungen für υ und $\varepsilon : \mu$ ist dagegen mit Recht ausführlicher gehalten, aber doch nicht umständlich und weitschweifig; auch läſst sie an Klarheit der Darstellung nichts zu wünschen übrig. Die klassischen Versuche von Ramsay und Soddy, sowie die aus ihnen gezogenen Konsequenzen bezüglich der Lebensdauer des Radium-Atoms könnten vielleicht in einer künftigen Auflage etwas ausführlicher besprochen werden. D.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Helg

(A



697.
).





Helgoland einst und jetzt.

Von Dr. E. Lindemann in Berlin.

Oft genug werden im Sommer von Fremden, welche den eigenartig aus dem Meere auftauchenden Helgoländer Felsen bewundern, Fragen nach der Vergangenheit der Insel gestellt: „War sie je mit dem Festlande verbunden? Haben schon in alter, vorchristlicher Zeit Menschen auf derselben gewohnt?“ und weitere Fragen, welche selbst der beste Kenner der Geschichte und Geologie Helgolands nicht mit Bestimmtheit zu beantworten vermag. Die letztere Frage ist allerdings zu bejahen, denn die Funde in den Hünengräbern auf dem Felsen und der Inhalt des zuletzt vor 11 Jahren eröffneten sog. Bredberges (Steinsarg, männliches Skelett, bronzener Dolch), welcher sich im Museum für Völkerkunde in Berlin, Königgrätzer Strafse, befindet, stammen nach dem Urteil Sachverständiger aus dem 1. und 2. vorchristlichen Jahrtausend. Auf der Karte (Fig. 1) sind die Hünengräber als solche besonders gut zu erkennen. Aus dem 7. Jahrhundert n. Chr. erhalten wir die erste historische Notiz, dafs der Friesenkönig Ratbod, den Pipin von Heristall bei Dorsted 689 geschlagen hatte, sich nach Helgoland, dem Endpunkt seines Reiches, flüchtete und „auf der Insel Heiligland seine Residenz hatte“. (s. Universal-Lexikon von Zedler. 1741.) Hieran erinnern auch die auf der beigefügten Karte (Fig. 1) an der Ostkante nach der Treppe zu befindlichen Worte: „Des Königs Ratbodus Schlofs soll hier gestanden haben.“ Die Einführung des Christentums in die friesischen Lande brachte oft Missionare nach der kleinen Nordseeinsel. So wird uns von Alkuin berichtet, dafs im J. 692 der Missionar Willibrord in der „Sapskuhle“, — einer Vertiefung auf der Klippe — 3 Friesen

taufte, und dafs später das „templum Vestae und das templum Fosetae" (Opfersteine?) niedergerissen wurden, ferner, dafs i. J. 768 die Helgoländer durch den Missionar Lindger sich bekehren liefsen. Die erste zuverlässige Beschreibung der Insel gibt Adam von Bremen in der „Historia ecclesiastica" i. J. 1072. Sie entspricht durchaus den jetzigen Verhältnissen und lautet in der Übersetzung:

„Der Erzbischof Adalbert von Hamburg (1043—72) ordinierte für Fünen den Eilbert, welcher, von Seeräubern gejagt, Farria, eine Insel vor der Mündung der Elbe, die wegen ihrer weiten Entfernung in der See verborgen ist, zuerst wieder aufgefunden und, ein Kloster daselbst errichtend, bewohnbar gemacht haben soll. Ihre Länge beträgt kaum 8, ihre Breite 4 Milliarien. Die Einwohner gebrauchen Streu und Schiffstrümmer zur Feuerung. Die Insel ist sehr fruchtbar an Feldfrüchten, sehr reich an Geflügel und nährt Triftvieh. Sie hat einen einzigen Hügel, keinen Baum, wird von rauhesten Felsen umschlossen und ist nur an einer Stelle, wo auch Süfswasser gefunden wird, zugänglich. Dieser Ort ist allen Schiffern, besonders den Seeräubern heilig, und nach ihm hat die Insel den Namen „Heiligland" erhalten. In der Lebensbeschreibung des heiligen Willibrord wird sie bekanntlich „Fositesland" benannt und ist im Grenzbezirke der Dänen und Friesen gelegen. Es gibt auch noch andere Inseln gegen Friesland und Dänemark hin, aber keine derselben ist so merkwürdig."

Nach dieser ältesten Nachricht über die Insel ist die Deutung des Namens „Helgoland" als „Heiliges Land" am wahrscheinlichsten. Sie läfst auch erkennen, dafs die alte „Meyersche" Karte, welche die Veränderung Helgolands seit 800 n. Chr. darstellt, und nach welcher zu dieser Zeit noch viele Kirchspiele und Ortschaften sich auf der Insel befunden haben sollen, nicht auf Wahrheit beruhen, sondern nur als eine „Sagenkarte" angesehen werden kann. Im Jahre 1356 waren die Dänen zuerst im Besitz der Insel; 1470 tritt König Christian I. sie an die Domkirche zu Schleswig ab „to ewigen tyden, to besittende, to brukende und to hebbende to erem besten", wodurch sie einige Jahre später an die Herzöge von Schleswig (die Nachkommen Christians) fiel. Die Pfarre auf Helgoland „Karspelkark to Hillige Land" wurde noch im Jahre 1523 von dem Bischof von Schleswig vergeben. Damals war der Heringsfang bei der Insel, zu welchem die Helgoländer mit Fahrzeugen, die man „Pincken" nannte, ausfuhren, so bedeutend, dafs er der Chronik zufolge 2000 Menschen ernährte. Die Hanseaten, namentlich Bremer und Hamburger – hatten auf dem Unterlande Packräume errichtet, worin sie ihre Heringe und andere Waren aufbe-

wahrten. Dieselben wurden indes in dem seit Ende des 15. Jahrhunderts beginnenden Streit mit den Herzögen von Schleswig i. J. 1496 „ruinieret und verbrannt“, die Insel von den letzteren i. J. 1539 zuerst zur Festung gemacht und Blockhäuser sowie Zollgebäude auf ihr angelegt.

Bis Ende des 17. Jahrhunderts brannte auf dem jetzigen alten Leuchtturmhügel, der ein Hünengrab war, nachts eine Laterne als Signal für die vorbeifahrenden Schiffe, an deren Stelle dann von den Hamburgern eine „Blüse mit Kohlenfeuer“ errichtet wurde. Die Gestaltung Helgolands und die Verteilung der Gebäude auf der Insel zu dieser Zeit ersehen wir aus einem bisher nicht veröffentlichten „Grundrifs von Helgoland vom J. 1697“. Die Originalzeichnung desselben (s. Karte 1) befindet sich nebst mehreren alten Karten Helgolands in dem Klefeckerschen Atlas, sie dürfte als die genaueste Karte der Insel aus alter Zeit anzusehen sein und scheint auch nach der Art der Aufzeichnung, z. B. der Wohnhäuser und Plätze, der genauen Angabe der Meerestiefen etc. von fachkundiger Hand zu stammen. Jedenfalls deutet die Unterschrift unter dem Text „copüret von E. Randahl, Capitain d'Artillerie“ darauf hin. Aus dieser vor ca. 200 Jahren aufgenommenen Karte läfst sich manches entnehmen, was im Vergleich mit der heutigen Inselformation, den Benennungen etc. beachtenswert sein dürfte. Der stark zerklüfteten Westseite waren auch damals, wie man sieht, hohe Einzelfelsen vorgelagert, welche nach der Bezeichnung eines derselben „Marksteine“ oder „Müncken“ genannt wurden. So hiefs auch die auf der Karte an der Nordkante der Düne sichtbare Kreideklippe, die uns unter dem Namen Wittklipp bekannt ist, „Witte Münck“, während der Name „Mönch“ jetzt nur für den Einzelfelsen an der Südspitze gebraucht und auf eine Sage zurückgeführt wird. (Er erklärt sich dagegen natürlicher als von dem griechischen Worte „μοναχος“ „alleinstehend“ herrührend und bezieht sich so auf alle abgerissenen Felspfeiler.) Dafs diese Kreideklippen früher noch viel gröfser und umfangreicher gewesen sein müssen, geht aus den „der Wittklipp“ beigefügten Worten hervor: „Ist fast ganz weggespület, ist vor 30 Jahren so grofs gewesen, dafs man oben darauf nach der Scheibe geschossen“.

Auf der damals noch mit dem Felsen durch einen Steinwall (de Waal oder de Straat) verbundenen Düne befanden sich eine grofse Anzahl Sandhügel, „die Halmen“ genannt, und in denselben sprudelten „frische Quellen, welche das beste Wasser auf dem Lande gaben. Die Bewohner des Unterlandes wuschen hier und bisweilen auch die

des Oberlandes." Diese Notiz ist interessant, weil auch jetzt auf der Düne zwei Brunnen sich befinden, die das beste Trinkwasser (filtriertes Regen- oder Seewasser?) liefern. Aus einer Vergleichskarte der Düne von 1855 und 1887 konnte ich zeigen, daſs die Spitze der Düne, „de Ade", sich mehr und mehr nach Osten im Meere herumlagert. Dieser Tatsache entsprechend zeigt auf dem Grundriſs von 1697 die jetzt nach SO gerichtete Ade nach Süd-Südwest bis in die Verlängerung der jetzigen Landungsbrücke.

Auf dem Unterlande, welches nach Maſsgabe der Karte nur einem kleinen Teil des Felsens vorgelagert war, während es jetzt bis zur Südspitze reicht, standen auch damals schon eine Anzahl (ca. 60 bis 70) Häuser, zum Teil wohl Schuppen, Blockhäuser. Jedenfalls muſs das Wohnen in denselben oft sehr beschwerlich, wenn nicht gefährlich gewesen sein, denn es steht bei den ersten Häuserreihen, etwa in der Gegend des jetzigen Konversationshauses: „Bei Winters Zeit und wann eine hohe Fluth, so gehet das Wasser hier über". Die Treppe zum Oberlande war damals erheblich weiter östlich als jetzt am Felsen errichtet. Sie befindet sich auf der Karte dicht neben der niedrigen Ostkante, und dies deutet darauf hin, daſs der Felsen sich in früheren Jahrhunderten hier weiter ins Meer hinein erstreckt haben muſs. Darauf lassen auch die neben der Ostkante auf der Karte befindlichen Worte schlieſsen: „Bey Ebbe Zeit sind hier Steine von einer gewesenen Kirche zu sehen", sowie die neben der Ostkante des Felsens zu lesende Notiz: „Vor 6 Jahren hat hier ein Haus gestanden, welches aus Furcht für die See abgebrochen und besser auf dem Lande aufgebauet worden." — Diese Aufzeichnungen auf der Karte von 1697 stimmen überein mit der aus meiner Vergleichskarte von 1845 und 1889 (s. Fig. 2) ersichtlichen Tatsache, daſs speziell an dieser Ostkante die Abbröckelung des Felsens am schnellsten vor sich geht, einem Umstand, den die Helgoländer Gemeinde richtig beurteilte, als sie hier vor ca. 8 Jahren eine hohe Stützmauer errichtete. Die ganze Ostseite des Felsens erweist sich nach der Karte damals viel zerklüfteter als jetzt, wo sie eine ziemlich gerade steilabfallende Felsenmauer — ohne Grotten und Schluchten — darstellt. Interessant ist die Bezeichnung einer hervorspringenden Felswand in der Nähe der Nordspitze als „Nord Falm", während man jetzt nur die nach Südost gelegene Hauptstraſse des Oberlandes „Falm" nennt. „Falm" rührt her vom altdeutschen „Walm", welches „Felsabhang" bedeutet. — In der Nähe des Treppenaufgangs sind einzelne Befestigungen desselben als „Zeug und Wachthaus", Rodeburg etc. erwähnt, welche in späterer Zeit —

als zwischen den dänischen Königen und schleswigschen Herzögen ein erbitterter Kampf um Helgoland entbrannte, der die Insel für ein Jahrhundert den Dänen überlieferte — noch weiter nach der Südspitze ausgedehnt wurden, wie man es auf Karten aus dem 18. Jahrhundert ersehen kann. Die auf dem Oberland damals errichteten Häuser waren dagegen sämtlich, wie es die Karte (Fig. 1) zeigt und die Bemerkung von den im Wasser befindlichen Trümmern einer alten Kirche, des „Ratbod-Schlosses" erkennen läfst, in der Nähe der Ostkante aufgeführt. Es rührte diese Tatsache sicher daher, dafs der Felsen, welcher sich nach Osten neigt, hier am niedrigsten ist, also an dieser Stelle am leichtesten zu erklimmen war, und man in der Nähe der Treppe natürlich die ersten Häuser errichtete. Die früher auch mehr ostwärts befindliche Kirche war damals mitten auf dem Felsen errichtet, desgleichen die Feuerblüse. Die jetzigen „Sapskuhlen", Vertiefungen, die in alter



Fig. 2. Verlust des Felsens von Helgoland im Zeitraum 1845—89.

Zeit Zisternenwasser zum Trinken lieferten, sind auf der Karte ebenfalls schon verzeichnet. Alle Hünengräber befanden sich dagegen in der Nähe der Westseite. Einzelne von ihnen, der Gidtsberg, der Hügel mit dem „grofsen Pfahl“ an der Südspitze, sind schon dem Meere zum Opfer gefallen; jedenfalls existieren sie nicht mehr, und dies läfst darauf schliefsen, dafs der Fels an der Westseite wenigstens bis zu ihnen in den verflossenen 200 Jahren abgestürzt ist.

Über die frühere Gröfse und allmähliche Abrasion des Felsens finden sich in den alten Chroniken nur einzelne, wenig



Fig. 3. **Der Hengst. 1856 eingestürzt.**

verwertbare und zuverlässige Notizen. Aus dem Jahre 793 wird berichtet, dafs „etwa um diese Zeit die Insul Helgeland etwas mehr als 2 Meilen lang und 1 Meile breit gewesen“ ist. Es ist aber hieraus nicht zu ersehen, ob damit die jetzigen englischen Meilen gemeint sind, und ob — wie wahrscheinlich — auch das Vorland mitgerechnet ist. Unter 1102 heifst es: „In den ergangenen hohen Wasserfluthen ist ein gut Teil Landes von der Insul Helgeland heruntergefallen und ausgeworfen.“ Für die allmähliche Abwitterung und Zerstörung des aus Keuper bestehenden Felsens sind wesentlich andere Ursachen mafsgebend wie für den Untergang der Düne und des sandigen Vorlandes. Für die Düne waren die andringenden Wellen und Sturmfluten die Hauptursache ihrer Vernichtung. Sie haben auch den ver-

bindenden Steinwall zwischen Düne und Unterland am Felsen allmählich durchbrochen. Die Chronik sagt: „Am 26. Novbr. 1705 war in der Nacht ein schwerer Sturm, das Bollwerk auf dem Steinwall brach sehr ein und ging das Wasser auf die Buden zu.“ „Am 21. Febr. 1707 war ein Sturm aus dem WSW., der brachte hoch Wasser, dafs es überm Steinwall zusammenspülete“, und am 2. März 1714 wird berichtet: „Harter Sturm aus Nordwest; das Wasser ging den ganzen Tag über den Steinwall, so hoch, dafs ein mittelmäfsig Schiff wohl



Fig. 4. **Die Schutzmauer an der Westseite des Felsens während des Baues 1903.**

darüber hätte fahren können.“ Die Katastrophe brach dann am Sylvester 1720 herein. „Am Neujahrsabend und dem darauffolgenden Neujahrstag war es um 2 Uhr ein rechter Haupt-Sturm und hierselbst ein ungemein hohes Wasser mit so grausamen Wellen, dafs auch einige Häuser und Buden bey Norden dem Lande wegspülten. Der Stein-Wall zwischen dem Lande und der Sanddüne rifs durch und war beynahe ein ganzes Jahr ein Loch darin, dafs man allemal mit halber Flut mit Giollen und Chalupen durchfahren konnte.“ Allmählich nahmen dann die Hügel auf der Düne, welche vor einem Jahrhundert noch recht erhebliche Höhe hatten, an Zahl ab und zwar stets zunächst an der Westseite der Düne, während der Oststrand derselben, namentlich

an der Südspitze, durch Sandanschwemmung sich vergrößerte. Als Mitte vorigen Jahrhunderts sich die Düne den Messungen zufolge erheblich verkleinert hatte, ließen die englischen Gouverneure von den Helgoländern im Winter Buschpflanzungen auf derselben machen und Gräben am Strande aufrichten. Dies hatte auch eine Vergrößerung des Vorstrandes, namentlich an der Ostseite, zur Folge, doch Sturmfluten vernichteten wieder, was Menschenhand geschaffen (Fig. 5). Mehrmals mußte der Pavillon in die Mitte der Düne zurückverlegt werden, und als vor ca. 8 Jahren bei einer heftigen Springflut die Düne gar durchzubrechen drohte, und ein großes Stück der an der Ostseite gelegenen Hügel weggeschwemmt wurde, das die Gemeinde mit großen Kosten künstlich durch Sandauffahren erneuern ließ, nahm sich das Reich der gefährdeten Düne an (Fig. 6). Es wurde eine Anzahl Buhnen, die aus Reisigen bestanden, tangentenartig rings an die Düne gelegt und weit ins Meer hinein versenkt, um zwischen sich den Flugsand festzuhalten. Dieser schon vor einigen Jahren beendeten Riesenarbeit ist es zu danken, daß seitdem die Düne nicht wieder gelitten, sondern ihr Vorstrand, namentlich nach Nordosten, sich erheblich vergrößert hat.

Das sandige Vorland vor dem Felsen an der Südostseite, das sog. Unterland, hat sich im Laufe der Jahre erheblich vergrößert und zwar infolge des von der Düne abgespülten und hier angeschwemmten Materials. Allerdings müssen die Helgoländer den Oststrand des Unterlandes durch ein festes Bollwerk, das aus tief eingerammten Holzpfählen besteht, schützen und diese Uferbefestigungen jährlich erneuern, weil sonst der Strand, besonders auch das Konversationshaus, bei Sturmfluten im Spätherbst gefährdet wird.

Während das Uferland und die Düne hauptsächlich durch den Anprall der Wellen bedroht und verändert wird, spielen diese Momente bei der Abtragung und allmählichen Abnahme des Felsens nur eine geringe Rolle und beschränken sich wesentlich auf die Westseite, welche dem Einflusse der westlichen Strömung ihr zerklüftetes Aussehen verdankt. Die Wellen im Bunde mit der Verwitterung wühlen am Grunde des vorspringenden Felsens von beiden Seiten eine Höhlung, welche der Helgoländer „Ofen“, wie z. B. Ingels-Ofen, nennt. Wenn diese Höhlungen tiefer werden und durchbrechen, entsteht eine Grotte. So existiert jetzt nur noch eine Grotte an der Westseite, die dunkle Grotte „Junk Gatt“ genannt. Stürzt endlich eine solche Grotte ein, so bleibt noch ein einzelner Fels zurück, ein „Markstein“ oder „Münck“, wie jetzt z. B. das Nathurn (Nordhorn) an der Nordspitze, welches früher „Hengst“ genannt wurde. Dieser Name Hengst rührt

von der eigenartigen Formation des stehengebliebenen Felsens mit zwei Grotten her, welcher einem vierbeinigen Tiere ähnlich sah (vergl. Fig. 3). Derselbe stürzte im Jahre 1856 ein, und der Name ging auf den nächsten Einzelfelsen vor der Nordspitze über, auf dessen Höhe, als er noch mit dem Mutterlande verbunden war, mancher jetzt lebende Helgoländer gestanden haben mag. Gerade an dieser Stelle hat in den letzten Jahren der Felsen erheblich abgenommen und sich eine breite Kluft zwischen ihm und der Insel gebildet. Hierdurch wurde die aus einer Vergleichskarte von 1845 und 1887 sich ergebende Tatsache bestätigt, dafs besonders an den freiliegenden Felskanten der Ostkante und Nordspitze viel Land verloren gegangen ist.

Aufser dem Andrang der Wellen sind es in erster Linie die atmosphärischen Einflüsse, der Wechsel zwischen Regen und nachfolgendem Sonnenschein, der Frost des Winters, unter deren Einflufs der Felsrand allmählich loser wird, verwittert und abbröckelt. Diese Verhältnisse sind auf der Westseite mafsgebend, wirken aber auf der Ostseite noch viel bedeutender, weil sie die niedrigere Felsseite ist, hierher also das Grundwasser in den nach Osten abfallenden Steinschichten herniedersickert und die erweichende Wirkung vermehrt. Auf der erwähnten Vergleichskarte sieht man daher auch an der Ostseite einen breiten schwarzen Streifen, welcher den grofsen Verlust des Felsens an dieser Seite anzeigt. Wenn die Zerstörung des Felsens, wie sie sich für 44 Jahre (1845—89) ergab, in der gleichen Weise fortschreitet, wäre dem Felsen noch ein Fortbestehen von 600 Jahren beschieden, eine Zahl, welche natürlich nur als Resultat einer Schätzung aufzufassen ist.

In deutscher Zeit — seit dem 10. Aug. 1890 — stürzten mehrmals grofse Felsmassen plötzlich herab aufser den kleineren, stetig fortdauernden Abbröckelungen. Zuerst erfolgte vor etwa 8 Jahren im Sommer ein gröfserer Absturz an der Mitte der Ostseite an derjenigen Stelle, wo sich das Regenwasser von den Sapskuhlen am Rande des Felsens anhäuft; dann stürzte an der Westseite eine Grotte (Pralsgatt) ein, und in den letzten Jahren fielen an der Nordspitze, am Lummenfelsen, sowie in der Mitte der Westseite in der Nähe der Haubitzenbatterien, wo die Insel in späterer Zeit einmal durchzubrechen droht, mächtige Steinmassen ins Meer. Diese Abstürze im Bereich der Geschützstände veranlafsten die Zivil- und Militärbehörden zu Schutzbauten, welche in zwiefacher, verschiedener Weise ausgeführt wurden. Die erstere Art bestand in einer Zementplombierung der Felseinschnitte in der Sohle des Lummenfelsens. Es wurden hier

Aushöhlungen von 30 Meter Tiefe, 8 Meter Breite und 4—5 Meter Höhe durch eine Mauer verschlossen. Man legte zu dieser Arbeit von der Nordspitze bis zum Fuſs des Lummenfelsens eine Drahtseilbahn an, deren Tragseil (90 Meter lang) am unteren Ende in den Felsen verankert wurde. An das Drahtseil war oben ein Spannseil befestigt, welches über Rollen eines Holzblocks lief und ein schweres Spann-



Fig. 5. Denkmal Hoffmanns von Fallersleben während der Sturmflut.

gewicht trug. Auf dem Tragseil lief eine durch eine Winde bewegte zweirädrige Laufkatze. Zuerst wurde die Höhle mit Cement plombiert, dann nach auſsen durch eine Schluſsmauer aus Granit verschlossen, um den Wellen genügenden Widerstand zu bieten.

Den gröſseren Einschnitt in der Mitte der Westseite verschloſs man durch eine beide Felsvorsprünge verbindende Mauer, welche 65 Meter lang, 5 Meter dick und 6 Meter hoch ist und auf den roten Felsuntergrund fundiert wurde. Dieselbe besteht aus Betonblöcken, erhielt indes nach der Seeseite ebenfalls eine Verkleidung aus schwedi-

schem Granit, welchen man von der Insel Bornholm herbeischaffte. Auf einer Strickleiter aus Stahldraht sah man im vorigen Jahre die Arbeiter an der hohen Felswand entlang zu ihrer gefährlichen Baustelle herabsteigen und Zement, Steine und sonstiges Baumaterial dahin schaffen. Im September vorvorigen Jahres wurde diese Granitmauer fertiggestellt, sie hat sich bei der heftigen Sturmflut im Jahre 1903 vortrefflich bewährt, jedenfalls ihre erste Wassertaufe bestanden (Fig. 4). Man erwartet von dieser den Felsspalten vorgelagerten Mauer aufser der Abwehr der Brandung den weiteren Erfolg, dafs abfallende



Fig. 6. **Düne nach der Sturmflut.**

Gesteinsmassen in der Spalte zwischen dem Felsen und der Mauer liegen bleiben, dadurch gewissermafsen einen weniger schroffen Felsabhang bilden, welcher durch eine sich auf derselben bildende Grasnarbe besser zusammenhalten würde. In ähnlicher Weise wurde im vorigen Sommer eine Felsspalte an der Nordspitze durch eine Granitmauer geschlossen. Eine Fortsetzung der Mauer um die ganze Insel würde jedenfalls sehr kostspielig werden, da die erste schon ca. 180000 Mark gekostet hat; auch werden die vernichtend wirkenden atmosphärischen Einflüsse dadurch nicht beseitigt, da diese gerade auf der Ostseite besonders hervortreten. Es scheint mir daher der Vorschlag einer Drainirung des Oberlandes, wodurch das Grundwasser, welches am Ostrand

herniedersickert, unschädlich gemacht wird, sehr wohl der Beachtung wert zu sein.

Während der Felsen und die Düne Helgolands im Laufe der Jahrhunderte allmählich abgenommen und sich verkleinert haben, sehen wir, dafs, dem stetig wachsenden Verkehr mit dem Festlande entsprechend, das Leben und Treiben auf der Insel stetig zugenommen hat. In alter Zeit — etwa 1000 nach Chr. — wurden die Insulaner oft von Seeräubern, den Normannen (Likendelern) heimgesucht. Anfangs des 15. Jahrhunderts wurde Störtebeker von der Hansa bei Helgoland gefangen, und Mitte des 16. Jahrhunderts der Seeräuber Wiben Peter in der Helgoländer Kirche von den Dithmarschern erschossen. Die Helgoländer lebten früher vom Herings- und Schellfischfang und Lotsendienst. Anfang des 19. Jahrhunderts, kurz nach Einnahme durch die Engländer, begann während der Kontinentalsperre hier ein Schleichhandel mit der Absicht, aus englischen Kolonien stammende Waren, wie Kaffee etc., nach dem Festlande einzuschmuggeln. Derselbe brachte viele Menschen und Reichtümer nach der Insel, wurde aber für die Insulaner verhängnisvoll, da sie inzwischen den Lotsendienst ziemlich vernachlässigt hatten und von den Blankenesern u. a. daraus verdrängt wurden. Glücklicherweise entstand ihnen ein neuer Verdienst bei der Gründung der Badeanstalt im Jahre 1826 durch J. A. Siemens. Diese sowie die 1830 erfolgende Eröffnung der Spielbank lockte viele Menschen nach der Insel, und manche Fürstlichkeit besuchte Mitte vorigen Jahrhunderts die kleine Nordseeinsel. Unter ihnen befand sich auch Kaiser Wilhelm I. als preufsischer Prinz; im vergangenen Sommer lebte noch eine alte Helgoländerin, welche mit dem späteren deutschen Kaiser im alten Konversationshause in der Mitte des vorigen Jahrhunderts getanzt hatte.

Zu den Schicksalen, welche die Insel durchgemacht, gehört die Beschiefsung derselben durch eine auf dem Steinwalle aufgestellte dänische Batterie im Jahre 1714. Hieran erinnert die aus der Mauer eines Hauses im Unterlande hervorragende dänische Kanonenkugel. Ferner gehört hierhin die Seeschlacht bei Helgoland hinter der Düne zwischen österreichischen und dänischen Kriegsschiffen im Jahre 1864. Trotz des Eindringens vieler fremder Einflüsse haben die Insulaner ihre einheimischen friesischen Sitten und Gebräuche und ihre Sprache ziemlich rein bewahrt, wenn auch manche Anklänge namentlich an die englische Zeit und Sprache, z. B. eine Anzahl Worte in der Helgoländer Sprache, der Nationaltanz „Slim mien moderken", der wie ein schottischer Matrosentanz klingt, erinnern.

Den gröfsten Umschwung in den Verhältnissen der Insel hat die Erwerbung durch Preufsen am 9. August 1890 hervorgebracht. Jedenfalls ist dadurch Ordnung und Regelung aller einheimischen Verhältnisse geschaffen, zum ersten Male ein Grundbuch angelegt worden. Das Recht, welches in englischer Zeit von Offizieren oder Kolonialbeamten ausgeübt wurde, wird von Juristen gesprochen. Eine genaue Strandordnung ist eingeführt, eine biologische Station zur Erforschung des Lebens der Meerestiere errichtet, und viele Einrichtungen sind zur Verbesserung des Badelebens, z. B. zum Bau eines neuen Kur- und Badehauses, einer Dampffähre zur schnelleren Verbindung mit der Düne etc. getroffen. Diesen Verbesserungen, besonders dem Verkehr mit dem Festlande durch die „Nordseelinie“, welche im Sommer täglich, im Winter 3 mal wöchentlich von Hamburg bezw. Cuxhafen komfortabel eingerichtete Schnelldampfer hierher sendet, ist es zu danken, dafs der Fremdenbesuch im Sommer von Jahr zu Jahr derart zunimmt, dafs jetzt 22000 Kurgäste exklusive Passanten, gegen 12000 zu Ende der englischen Zeit, Helgoland besuchen. Wenn man jetzt abends am Strande vor dem dichtbesetzten Kurhause weilt oder in den Restaurants an der Treppe, dem sog. Markusplatz, sich aufhält, und den Besuch dieser Stelle mit demjenigen in englischer Zeit vergleicht, so sieht man recht, wie sehr der Zuzug der Fremden nach der kleinen meerumbrausten Nordseeinsel sich vermehrt hat. Allerdings wird auch mehr und mehr der Wert Helgolands als klimatischer Kurort anerkannt und die Tatsache gewürdigt, dafs hier bei jeder Windrichtung reine Seeluft weht und Helgoland daher nach dem Ausspruche Kremsers als der Repräsentant des Nordseeklimas angesehen werden kann.





Über die Ursachen der Wüstenbildung.

Von Professor Dr. Robert von Lendenfeld in Prag.

Da der allergröfste Teil unseres Planeten von Meeren, süfsen Gewässern, Eis, Schnee und feuchter, mit Pflanzen bestandener Erde bedeckt ist, da das Wasser (Eis) bei jeder Temperatur oberhalb des absoluten Nullpunktes (— 273°) verdunstet und da auf der Erdoberfläche überall ein dem Siedepunkt des Wassers näher als jenem absoluten Nullpunkt gelegener Wärmegrad herrscht, umhüllt ein Mantel von Wasserdunst die ganze Erde. Dieses gasförmige Wasser ist mit anderen Gasen (Stickstoff, Sauerstoff, Kohlensäure, Argon usw.) gemischt und bildet mit ihnen zusammen die Luft. Die Menge des Wasserdunstes, die in der Luft vorhanden sein kann, ist bei — 273°, wo auch deren andere Bestandteile fest sind, gleich 0 bei + 100° und bei dem Druck einer Atmosphäre gleich unendlich., Innerhalb dieser Grenzen steigt sie mit der Temperatur und beträgt beiläufig bei — 10° 1/5, bei 0° 1/3, bei + 10° 4/5, bei + 20° 1 1/2, bei + 30° 2 3/4 und bei + 40° 5 %. Da die Luft nur von unten, vom Erdboden her erwärmt wird, so nimmt ihre Temperatur und damit auch ihre Fassungskraft für Wasserdampf mit der Höhe rasch ab. Da die einzelnen Zonen von der Sonne verschieden stark erwärmt werden und ihre verschiedenen Wärmegrade der Luft mitteilen, da ferner das Ausdehnungsstreben der Luft mit der Temperatur zunimmt, kommen Ungleichheiten der Dichte (Schwere) der die verschiedenen Erdstriche bedeckenden Teile der Atmosphäre zustande, die dann durch Bewegungen der Luft, durch Winde, ausgeglichen werden. Die über den von der Sonne stark erhitzten äquatorialen Gebieten liegende Luft wird infolgedessen stärker erwärmt, mehr ausgedehnt und folglich leichter als jene der Polargebiete. Erstere steigt in die Höhe und wird durch die kältere und schwerere Polarluft ersetzt. So entsteht ein Wind, der im allgemeinen in der Tiefe von den Polen zum Äquator, in der Höhe vom Äquator zu den Polen weht.

Während sich die Polarluft in der Tiefe gegen den Äquator hin bewegt, nimmt sie an Wärme und damit auch an Fassungskraft für Wasserdampf zu. Die Gewässer und feuchten Landgebiete, über die sie hinweht, geben Wasser an sie ab, so dafs zugleich mit ihrer Wasserfassungskraft auch ihr Wassergehalt steigt und sie stets nahezu so viel Wasserdunst enthält, als sie bei ihrer jeweiligen Temperatur überhaupt zu enthalten vermag. In der, im Winter südlich, im Sommer nördlich von und zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche über dem Äquator gelegenen Zone, wo die Sonne mittags senkrecht steht, angekommen, steigt diese warme, feuchte Luft empor, um dann, wie erwähnt, in der Höhe zu den Polen zurückzukehren. Dabei kühlt sie sich fortwährend ab, und zwar während ihres Ansteigens infolge der Ausdehnung, die beim Emporsteigen erfolgt, während ihrer Bewegung nach den Polen hin infolge des Überwiegens der Wärmeausstrahlung in den Weltraum gegenüber der Wärmezufuhr von dem (entfernten) Erdboden her. Und so wie sie an Wärme verliert, nimmt auch ihr Wasserfassungsvermögen ab: bald führt die Abkühlung dazu, dafs die Grenze dieser Fassungskraft erreicht und überschritten wird, worauf ein Teil des Wasserdunstes in Form von flüssigen Tröpfchen, bei stärkerer Abkühlung in Form von Eiskriställchen ausgeschieden wird. Ihrer Kleinheit wegen bleiben diese zunächst in der Luft schweben und bilden Nebel und Wolken; dann vereinigen sie sich zu Regentropfen oder Schneesternchen und stürzen zur Erde hinab. Immer mehr und mehr von der Feuchtigkeit, welche die Luft mit sich führt, wird ausgeschieden und fallen gelassen, und so die hauptsächlich in den Tropen aufgenommene Feuchtigkeit über die ganze Erde ausgestreut.

Die Erddrehung veranlafst die äquatorwärts wehenden Winde, sich nach Westen zu wenden; als kräftige Ostwinde kommen sie an jene Zone heran, wo sie emporsteigen. Bei der Rückkehr nach den Polen, welche sie als östliche Winde antreten, nehmen sie umgekehrt eine meridionale, dann eine äquatorial-westliche Richtung an. Der Wechsel der Jahreszeiten hat periodische Änderungen der Zone, zu der die Polarwinde hinwehen, zur Folge. Die Unregelmäfsigkeit der Verteilung von Wasser und Land gibt Anlafs zur Bildung örtlicher Winde und grofser, fortschreitender Luftwirbel. Die den Ländern entragenden Berge lenken die sonst im allgemeinen wagerecht wehenden Winde in senkrechter Richtung ab. So stören die Erddrehung, der Wechsel der Jahreszeiten und die Gliederung der Erdoberfläche die Regelmäfsigkeit des Luftkreislaufes, die Stetigkeit der

Wärme[illegible] [illegible] -senden Luft [illegible] hauptsächlich [illegible].

[illegible] sehr [illegible] der Aus- [illegible] stark [illegible] erwärmt [illegible] der [illegible] Luft- massen [illegible] nicht [illegible] vermag [illegible] aus- [illegible] hält, er [illegible] was [illegible] Hierdurch [illegible] gezwungen [illegible] seine [illegible] ein [illegible] Luft [illegible] abgekühlt [illegible] [illegible] [illegible] größer [illegible].

[illegible]

[illegible] Süden [illegible] emporsteigt [illegible] die [illegible] der großen [illegible] Land- [illegible] Afrika Amerika [illegible] Europa [illegible] warm [illegible] Wüsten- [illegible] kommenden

Winde hier eine stärkere Erhitzung der Luft verhindern, und weil anderseits das europäische Klima infolge der geringen Ausdehnung des Landes und der reichen Gliederung der Küsten einen teilweise insularen Charakter hat. Die gröfsten Wüsten finden sich im südlichen Teil von Zentralasien und in Nordafrika, weniger ausgedehnte werden in Australien, Südafrika und dem südlichen Teile von Nordamerika angetroffen.

Scharf begrenzt sind diese Wüsten natürlich nicht. Sowie das heifse und niederschlagsarme Klima, das dort herrscht und dem sie ihre Entstehung verdanken, äquatorwärts in das tropische Regenklima und polwärts in das gleichfalls niederschlagsreiche Klima der gemäfsigten Zonen übergeht, treten allmählich andere Landschaftstypen an die Stelle der Wüste.

In der Wüste ist die Niederschlagsmenge sehr gering, die Verdunstung aber infolge der Hitze des Bodens und der Trockenheit der Luft sehr stark. Wohl durchfeuchten die in Zwischenräumen von mehreren bis vielen Jahren eintretenden Regengüsse den Boden der Wüste und bilden Bäche, Flüsse und Seen; allein es sind jene Durchfeuchtung und diese Gewässer von sehr kurzem Bestande: nach wenigen Tagen oder Wochen verschwinden sie wieder, indem ein Teil des Wassers sogleich verdunstet und der Rest in tiefere Bodenschichten einsickert, worauf die Schluchten und Senken oberflächlich gerade so wasserlos sind wie die anderen Teile der Wüste. Ein Teil des in den Boden hineinsickernden Wassers wird durch die oberen Bodenschichten wieder aufgesaugt, ein andrer Teil tritt in den Quellen der Oasen an den Tag; aber beide fallen schliefslich der Verdunstung anheim, ohne das Meer erreicht zu haben.

Jeglicher Pflanzenwuchs ist an das Wasser gebunden. Der oberflächlich die allermeiste Zeit wasserlose Wüstenboden ist daher im allgemeinen vollkommen kahl. Nur gegen ihre Ränder hin oder dort, wo bedeutendere Gebirgszüge über die Wüste emporragen, wo die Regengüsse weniger selten, sondern reichlicher sind und etwas Feuchtigkeit sich dauernd einige Meter unter den Böden der Täler und Mulden hält, werden spärliche, dem Wüstenklima angepafste Büschelgräser, Halbsträucher, Kakteen und ähnliche Pflanzen angetroffen. Durch ihre langen, in gröfsere Tiefen hinabreichenden Wurzeln vermögen diese Gewächse das zu ihrem Unterhalte erforderliche Wasser aufzusaugen. Weiter vom Herzen der Wüste entfernt, wo zu bestimmten Jahreszeiten schon regelmäfsig etwas Regen fällt, und der Boden nach diesen Niederschlägen hinreichend lange feucht bleibt,

bedeckt er sich periodisch mit einem Teppich rasch wachsender, meist prächtig blühender Pflanzen, unter denen Lilien, Tulpen und ähnliche besonders häufig sind. Sobald aber die Bodenfeuchtigkeit schwindet, verwelken die Pflanzen; der Wind zerreifst und verweht ihre vertrockneten Stengel und Blätter, und die Landschaft nimmt Wüstencharakter an.

Im Innern der Wüste, wo, abgesehen von den Oasen, der Pflanzenwuchs völlig fehlt, entbehrt das Gestein jeglicher Decke und ist daher den zerstörend auf dasselbe einwirkenden Einflüssen schutzlos preisgegeben. Diese Einflüsse sind in der Wüste sehr kräftige, und die Verwitterung geht dementsprechend dort auch sehr rasch vor sich.

Die Tag für Tag den Boden steil bestrahlende Sonne erwärmt seine Oberfläche so stark, und die darüber liegende Luft ist so trocken, dafs in der obersten Bodenschicht die in den feinen Spalten und Zwischenräumen der Gesteine enthaltene Feuchtigkeit fast ganz zum Verdunsten gebracht wird. In der Tiefe findet sich stets etwas, entweder gelegentlich eines früheren Regengusses an Ort und Stelle eingesickertes oder von anders woher zugeströmtes Grundwasser. Dieses wird infolge der Kapillarwirkung der feinen Spalten des Gesteins, aus denen oben das Wasser durch die Verdunstung herausgezogen wird, aufgesaugt. So kommt ein von der Tiefe zur Oberfläche emporsteigender Grundwasserstrom zustande, der das Bestreben hat, das oben verdunstende Wasser zu ersetzen. Da die Menge jenes von unten kommenden Wassers aber lange nicht ausreicht, um dieser Verdunstung das Gleichgewicht zu halten, bleibt die oberste Bodenschicht trotz dieses Stromes trocken. Nur wenn einer der seltenen Regenfälle eintritt, wird die oberste Bodenschicht durchnäfst, und dann wird auch der aufsteigende Grundwasserstrom auf kurze Zeit unterbrochen.

Leicht lösliche Salze, Chlornatrium, schwefelsaure Magnesia und andere bilden Bestandteile der Gesteine oder entstehen in ihnen infolge chemischer Veränderungen. Diese werden von dem Grundwasser aufgelöst und gelangen mit dem aufsteigenden Strome desselben an die Oberfläche. Hier verdunstet das Wasser, so dafs die anfangs sehr schwache Salzlösung immer stärker und schliefslich ganz konzentriert wird, worauf — bei der fortschreitenden Verdunstung — die Salze in fester Form ausgeschieden werden. In einer gewissen (ganz geringen) Entfernung von der Oberfläche trifft man daher in den Haarspalten der Gesteine eine konzentrierte Salzlösung und darüber, sowie an der Oberfläche selbst, festes, ausgeschiedenes Salz an. Das letzte bildet weifse Überzüge, Effloreszenzen, welche sich

auf stark salzhaltigem und saugfähigem Grunde recht schnell bilden. Ist es längere Zeit hindurch ziemlich windstill, so bedecken sie den Boden mit einem weifsen Überzuge. Erhebt sich ein stärkerer Wind, so zerbröckelt dieser Überzug und wird als Salzstaub fortgeblasen.

Nicht alle diese Salze treten in Gestalt von Effloreszenzen aus. Einige, namentlich die Eisensalze, bilden harte, emailartige Überzüge an den Oberflächen der Felsen, wodurch diese dann vor den äufseren, zerstörenden Einflüssen teilweise geschützt werden.

Die konzentrierten Lösungen, welche in den Gesteinen der Wüste eine Strecke weit unter der Oberfläche angetroffen werden, üben einen starken chemischen Einflufs auf die Felsen, in denen sie eingeschlossen sind, aus; sie zersetzen sie teilweise und veranlassen so einen inneren Zerfall, eine unterhalb der Oberfläche vor sich gehende Verwitterung. Diese lockert das Gestein und führt zuweilen zu vollkommener Aushöhlung von Felsblöcken.

Des Tags wird das kahle Gestein der Wüste durch die Sonnenstrahlung sehr stark erwärmt, wobei es sich ausdehnt. Des Nachts kühlt es sich dann infolge der Ausstrahlung bedeutend ab, wobei es sich wieder zusammenzieht. Jene Erwärmung sowie auch diese Abkühlung sind in verschiedenen Entfernungen von der Oberfläche verschieden stark. Beide dringen allmählich und langsam gegen das Innere vor, so dafs die verschiedenen Teile des Felsens zu verschiedener Zeit ihre gröfste Ausdehnung und ihre gröfste Zusammenziehung erfahren. Kristallinische Gesteine von durchaus gleicher chemischer Zusammensetzung, wie Kalkstein und Quarz bestehen aus Kristallen, deren Achsen nicht parallel liegen. Die einzelnen Kristalle dehnen sich bei der Erwärmung in verschiedenen Richtungen verschieden stark aus. Bei Gesteinen, die wie Gneis und Granit aus chemisch verschiedenen Teilen zusammengesetzt sind, kommt noch der weitere Umstand in Betracht, dafs chemisch verschiedene Stoffe von der Wärme überhaupt verschieden stark ausgedehnt werden. All dies führt dazu, dafs die alle 24 Stunden sich wiederholende Erwärmung und Abkühlung des Gesteins sein Gefüge lockert und es schliefslich zerspaltet. Man sieht zuweilen grofse, durch die Temperaturschwankungen wie durch eine Dynamitexplosion zersprengte Felsen, sowie runde Kiesel, welche in zwei Hälften geteilt sind. Noch häufiger als eine solche radiale wird eine paratangentiale Zersplitterung beobachtet, welche dazu führt, dafs sich dünne Platten von der Oberfläche des Felsens ablösen. Allerdings führen auch aufserhalb der Wüsten, namentlich an den schneefreien Felspartien des Hochgebirges, die täg-

lichen Temperaturschwankungen zur Lockerung und Zersplitterung des Gesteins, nirgends aber ist diese Felsensprengung eine so bedeutende wie in der Wüste, wo des fast immer wolkenlosen Himmels und der äquatornahen Lage wegen die Erwärmung bei Tage eine ungemein starke und infolge des erstgenannten Umstandes die nächtliche Abkühlung recht bedeutend ist, und wo kein Schnee, kein Pflanzenkleid und keine Humusdecke die Felsen vor der Besonnung und der Ausstrahlung schützt.

Der scharfe Quarzsand und -staub, welcher vom Wind mitgeführt wird, poliert die Felsen und erzeugt Höhlungen in ihren weicheren Teilen, zwischen denen dann die härteren in hohem Relief hervortreten. Kleinere Steine werden zuweilen zu eigenartigen Dreikantformen zugeschliffen. Die oberflächlichen, meist dunkeln, braunen oder schwarzen Emailhüllen nehmen infolge dieser Windpolitur einen gewissen Glanz an.

Die chemische Wirkung der konzentrierten Salzlösungen, die der aufsteigende Grundwasserstrom in den oberflächlichen Gesteinsmassen anhäuft, und die mechanischen Wirkungen der Temperaturschwankungen und der Windpolitur lockern, zersprengen und zerreiben die Felsmassen, welche den Boden der Wüste bilden, und verwandeln sie in kleinere Steine, in Sand und in Staub.

Auf diese lockeren Teile wirken dann die seltenen, nach Regengüssen entstehenden Wildwässer und die häufigen Winde ein. Trotz der kurzen Dauer der Regenfälle schwellen die Ströme, die durch sie gebildet werden, zu bedeutender Mächtigkeit an, weil sich die weder durch Pflanzen noch durch andere Hindernisse aufgehaltenen Wassermassen sehr schnell in den Mulden und Tälern ansammeln. Infolge der Schnelligkeit, mit der sie durch die Uadischluchten hinabstürmen, wohnt ihnen eine sehr bedeutende Tragkraft inne: kleinere Teile, Staub und Sand werden von ihnen mitgerissen, gröfsere Steine und Felsblöcke bis zu Hausgröfse am Grunde fortgerollt. Sie vermögen daher, trotzdem dafs sie gleich nach dem Aufhören des Regens versiegen, sehr bedeutende Mengen von Gestein fortzuschaffen. Die grofsen Schuttmassen, welche den Mündungen der Uadischluchten vorgelagert sind, sowie die wagerecht geschichteten Sedimente in den Niederungen geben Kunde von der Kraft, mit welcher sie das Material von höher gelegenen Punkten nach den Tiefen befördern und an der Nivellierung des Geländes arbeiten.

Während jene selten entstehenden und nur kurz dauernden Gewässer feines und grobes Material zu bewegen vermögen, beschränkt

sich die Wirkung des Windes auf die Fortschaffung des Staubes und Sandes. Je stärker der Wind ist, um so gröfsere feste Teile vermag er vom Boden emporzureifsen, fortzutragen oder weiterzurollen. Nur sehr selten, namentlich bei heftigen Wirbelwinden, geschieht es, dafs Steinchen von Erbsengröfse und darüber aufgehoben werden; gewöhnlich werden, auch bei starkem Winde, nur Staub und feiner Sand höher emporgehoben und weiter fortgeführt, die Körnchen des gröberen Sandes aber nur am Boden fortgerollt.

Der Wüstenstaub wird von dem Winde zuweilen sehr weit getragen, ehe er wieder herabfällt oder, was wohl in der Regel geschieht, vom Regen aus der Luft herausgewaschen und zu Boden gerissen wird. Es ist bekannt, dafs afrikanischer Wüstenstaub nicht selten in Italien oder in den Alpen, ja sogar jenseits, im Norden der letzteren zu Boden fällt, und es gibt Gegenden, wo, wie in China, durch die Ablagerung des feinen Wüstenstaubes sehr ausgedehnte und mächtige Erdschichten — die Löfsschichten — gebildet wurden.

Während solcherart der feine Staub aus der Wüste hinausgetragen wird und zum grofsen Teile erst aufserhalb derselben wieder auf die Erde herabfällt, bleibt der Sand zum gröfsten Teil innerhalb der Wüste liegen. Von seinen Bildungsstätten, den kahlen Gesteinflächen aus, wird er vom Winde fortgeweht und leewärts abgelagert.

Nie ist der Boden ganz glatt und jede, auch die kleinste Unebenheit desselben zwingt den Wind, von seiner wagerechten Bewegungsrichtung ab- und nach oben auszuweichen. Die hierbei entstehenden, schief nach oben gerichteten Luftstrahlen bewirken, indem sie mit den wagerecht darüber fliegenden Luftteilen zusammenstofsen, Verdichtungen, von denen dann die Luft kegelförmig ausstrahlt, sich zum Teil also auch nach abwärts bewegt. So erlangen die Bahnen, welche von den dem Boden zunächst liegenden Luftteilchen durchflogen werden, die Gestalt von Wellenlinien, die an jeder Bodenerhebung mit einem aufsteigenden Schenkel beginnen. Über eine Sandfläche hinwehend, bewirkt diese wellenförmig sich bewegende Luft die Bildung von kleinen Sandwellen. Anfangs haben diese die Gestalt von Mondsicheln, deren konvexe Seite dem Winde zugekehrt ist. Später schliefsen sich die Sicheln reihenweise zu längeren Kämmen zusammen, die dann, mit ihren Nachbarn sich vereinigend, jene Sanddünen bilden, die, wenn der Wind längere Zeit hindurch in annähernd derselben Richtung weht, eine sehr bedeutende Gröfse, eine Länge von mehreren Kilometern und eine Höhe von hundert Metern erreichen. In Kolonnen hintereinander stehend, gleichen sie

den großen Wellen der hohen See. Stets steht der First der Düne senkrecht zur Richtung der Luftbewegung. Der Wind weht an dem ihm zugekehrten Abhang empor und rollt und trägt Sandkörner darüber bis zum Dünenfirst hinauf. Jenseits des letzteren, auf der Leeseite, entsteht ein wagerechter Luftwirbel, in dem die Sandkörner nach abwärts gerissen werden. Wieder zu heben und dann vielleicht noch weiter fortzutragen vermag der Wind nur die allerkleinsten Körner; die größeren läßt er jenseits des Firstes fallen. Hierdurch findet, solange der Wind anhält, an der Leeseite des Firstes ein Anwachsen der Düne statt, während gleichzeitig Sand von ihrer Windseite abgeblasen wird. Es rückt daher die ganze Düne langsam in der Richtung des Windes fort. Ihre windseitige Böschung ist konvex und nicht steil. Die leeseitige ist schwach konkav und viel steiler; ihre Neigung ist die Maximalneigung, in der aufgeschütteter Sand liegen zu bleiben vermag. Ändert sich die Windrichtung, so werden die Dünenkämme zerrissen und in Reihen getrennter Sandhügel mit konvexen, schwächer geneigten Wind-, und schwach konkaven, stärker geneigten Leeseiten aufgelöst. Kräftige Luftwirbel können allseitig steil begrenzte Löcher von größerer Tiefe in dem Sandmeere aushöhlen, wobei, was übrigens auch sonst in den Dünentälern nicht selten beobachtet wird, der feste Felsgrund ganz vom Sande gesäubert wird und frei zutage tritt.

Die Gesteine, welche in den Wüsten zutage stehen, sind sehr verschiedener Art und haben auch sehr verschiedene Farben. Zu diesen kommen dann noch die dunkeln Töne der erwähnten Emailbildungen und die weißen Salzeffloreszenzen. Der Sand besteht aus Quarzkörnchen und ist in der Regel durch Eisenoxyd bräunlich gefärbt. Mit dem weißen Reflexlichte vermischt, bildet diese Farbe jenes rötlich-bräunliche Gelb, welches in den Wüsten, namentlich in Sandwüsten, vorherrscht.

Infolge der Abtragung und Ablagerung von Gesteinsmaterial durch Wind, fließende Gewässer und Gletscher, infolge des Steinfalles an steilen Abhängen und des Niedergehens von Bergstürzen, infolge von vulkanischen Ausbrüchen, sowie namentlich infolge der immerfort, einmal hier, einmal da, stattfindenden tektonischen Störungen der Erdrinde ist die Gestaltung der Erdoberfläche fortwährenden Änderungen unterworfen. In allen Gegenden, wo die Niederschlagsmenge die Verdunstung überwiegt und dauernde Ströme gebildet werden, und wo diese nicht, wie an den Polen und im Hochgebirge, durch Gletscher in ihrer Erosionsarbeit beeinträchtigt werden oder, wie in

den Karstlandschaften, einen unterirdischen Abflufs finden, bleibt trotz aller vor sich gehender Änderungen das gleichsinnige Gefälle des Geländes erhalten, weil alle in dem Verlauf der Täler entstehenden Erhöhungen von den Gewässern durchschnitten, die Vertiefungen aber, erst mit Wasser, dann mit Sand und Schotter ausgefüllt, erst in Seen, dann in trockene Ebenen umgewandelt werden. Die Folge davon ist, dafs in solchen Gegenden, zu denen die mittel- und westeuropäischen Kulturgebiete unserer Heimat gehören, die Wasserscheiden zwar reich verzweigt sind, aber niemals Netze bilden, und dafs von ihnen aus das Terrain zwar mit verschieden starker, aber stets mit gleich gerichteter Neigung zum Meere abdacht. Jeder Tropfen Regen, der hier fällt, mufs, sofern er nicht vorher verdunstet, das Meer erreichen.

Ganz anders ist es in der Wüste, wo die Verdunstung hinreicht, den gesamten Niederschlag aufzuzehren, und wo die Gewässer, die sich nach den seltenen Wetterstürzen bilden, alsbald wieder verschwinden. Hier gibt es, von den aufserhalb der Wüste in niederschlagreicheren Gegenden entspringenden und in die Wüste hineinfliefsenden Gewässern abgesehen, überhaupt keinen dauernd wasserführenden Strom, der entstehende Erhöhungen in die Talböden durchschneiden und entstehende Vertiefungen mit Schotter ausfüllen könnte. Es kommt hier daher allenthalben zur Bildung von Unregelmäfsigkeiten der Oberfläche: die Ebenen werden zu wellenförmigen Flächen, die Täler mit gleichsinnig geneigter Sohle verwandeln sich in Reihen von geschlossenen, durch Erhöhungen voneinander getrennten, muldenförmigen Talwannen, und die Wasserscheiden treten zu einem Netze zusammen, das eine Anzahl von getrennten Becken in seinen Maschen birgt. Von den Stellen abgesehen, wo grofse, von aufsen kommende und sie dann wieder verlassende, das Meer erreichende Ströme, wie der Nil und der Hwangho, die Wüste durchschneiden, steht infolgedessen kein Teil derselben mit dem Meere in hydrographischem Zusammenhange. Aus der Wüste können nur die Winde, nicht aber, wie in anderen Gegenden, die Flüsse Material fortschaffen. In der Wüste bleibt daher alles Gestein so lange liegen, bis es durch die Verwitterung zu Staub geworden ist; dann wird es vom Winde entführt.

In regenreicheren Gegenden, wo das Niederschlagswasser fortwährend das Erdreich durchsickert und dann zum Meere abfliefst, werden die im Boden befindlichen, beziehungsweise sich dort bildenden, leichtlöslichen Salze ausgelaugt und so der Boden vom Salze befreit. In der Wüste kann das Salz nur dadurch entfernt werden, dafs es

effloresziert und dann vom Winde als Salzstaub fortgetragen wird. Da jedoch auf diese Weise nur sehr wenig Salz weggeschafft wird, ist der Wüstenboden im allgemeinen sehr salzreich.

Überblicken wir nun alles dieses, so sehen wir, wie die Erwärmung der äquatornahen, aufserhalb der Zone des tropischen Regens gelegenen Landmassen die Bildung von Niederschlägen beeinträchtigt, und wie die dabei zustande kommende Trockenheit jene eigenartige Verwitterung und jenen Mangel an Pflanzenwuchs zur Folge hat, die die Wüstenbildung veranlassen, und die in dem landschaftlichen Charakter der Wüste zum Ausdruck kommen. Und so wie die Verhältnisse, die ihn bedingen, sehr stark von den uns bekannten heimatlichen Verhältnissen abweichen, unterscheidet sich auch der Charakter der Wüstenlandschaft wesentlich von dem Charakter der Landschaft unseres Heimatlandes.

Die Heimat ist ein Bild des Lebens. Glitzernde Bäche durcheilen die Täler und sammeln sich zu mächtigen, ins Meer sich ergiefsenden Strömen. Üppiger Pflanzenwuchs bedeckt das Gelände. Fröhlich singen die Lerchen über den wogenden Kornfeldern. Und allenthalben begegnen wir den Spuren menschlicher Strebsamkeit und Schönheitsliebe. — In lebloser Starre liegt die Wüste da. Der steinige oder sandige Boden, die kahlen Bergmauern, die grofsen, vollkommen wasserlosen Felsentäler und der Mangel jeglichen Pflanzenwuchses sind ein Bild des Todes. Das farbenreiche Gestein und die sanften Formen der Dünen vermögen es nicht zu beleben. Die heftige Sonnenstrahlung und der blendende, weifsliche Glanz des stauberfüllten Himmels lassen alle Einzelheiten grell hervortreten und das ganze noch starrer, ernster und lebensfeindlicher erscheinen. In den Menschen, welche die Wüsten bewohnen, finden wir diese Charakterzüge wieder. Sieh dir die Araber an, die jetzt, stolz auf hellfarbigen Kamelen thronend, an uns vorüber kommen. Sie starren von Waffen, und die glänzend schwarzen Gesichter, die aus weifsen, den ganzen Körper umhüllenden Gewändern hervorschauen, tragen denselben ernsten und starren Ausdruck wie die Landschaft, die sie durchreiten. Diese Gesichtszüge hat seit der frühesten Kindheit wohl nie mehr ein Lächeln belebt. Der Zauber gemütlicher Freundlichkeit, der uns das Land und die Leute der Heimat so lieb macht, fehlt in der Wüste ganz: grausamer Ernst und die Starre des Todes erdrücken dort jede freundliche Regung.

Die Verteilung von Wasser und Land und damit auch das örtliche Klima ändern sich im Laufe der Zeiten. An Niederschlägen

und organischem Leben reichere Landschaften können verdorren und zu Wüsten werden, Wüsten können an Feuchtigkeit zunehmen, durch die wasserreicher und dauernd gewordenen Flüsse mit dem Meere in Verbindung treten, ihren übermäfsigen Salzgehalt teilweise abgeben und sich mit einer Pflanzendecke bekleiden. Auch Gebiete, von denen das Meer zurückgewichen ist, können zu Wüsten werden, und umgekehrt kann eine Wüste unter den Meeresspiegel hinabtauchen und von marinen Ablagerungen bedeckt werden. Es ist wohl nicht zu bezweifeln, dafs es in früheren Erdperioden, ebenso wie heute, Wüsten gegeben hat, und anzunehmen, dafs manche von diesen an anderen Orten lagen als die gegenwärtigen. Vielerorts findet man in der geologischen Schichtenreihe Ablagerungen, die den Charakter von Wüstenbildungen haben: fossilose Konglomerate, zusammengesetzt aus Felsstücken verschiedener Gröfse, wie sie durch die ephemeren Wildbäche der Wüste vor und in den Uadischluchten angehäuft werden; Salzlager, wie sie sich in den Senkungen der Wüste bilden; Löfs, wie er sich an den Leeseiten grofser Wüsten infolge der Ablagerung von Wüstenstaub bildet. Während viele glauben, dafs die Salzlager, welche wir bergmännisch ausbeuten, marinen Ursprungs sind, fafst sie Walther als Wüstenbildungen auf. Vielerorts sammeln sich in der Wüste die bei den seltenen Regengüssen entstehenden Gewässer in flachen Bodensenkungen, wo sie alsbald verdunsten. Diese Gewässer lösen die Salze, mit denen sie am Wege in Berührung kommen, auf, führen sie nach der Senkung und lassen sie, wenn sie selbst verdunsten, dort zurück. Die Salze sind zum Teil hygroskopisch und trocknen nur langsam aus. Der vom Wind getragene Staub bleibt an diesen Salzflächen, solange sie feucht sind, kleben und deckt sie mit einer Tonschicht zu. Wenn dann wieder ein Regenfall die Senkung mit Wasser füllt, wird das darin befindliche Salz aufgelöst und später, wenn das Wasser verdunstet, zusammen mit dem neu hinzugekommenen in fester Form ausgeschieden, worauf wieder Staub am feuchten Boden der Salzpfanne kleben bleibt und wieder eine dünne Tondecke gebildet wird. Wenn sich dies oft wiederholt, so kann in der Senkung eine sehr bedeutende Salzmenge untermischt mit Ton angehäuft werden. In diesem Salzton werden dann zuweilen wohl auch Nester und Zonen rein auskristallisierten Salzes zur Ausbildung kommen. Der Ton ist wasserdicht und schützt, wenn er eine hinreichende Mächtigkeit erlangt, die tieferen Salzlager vor Auflösung auch dann, wenn Wasser lange Zeit über der ganzen Salzablagerung steht. Überflutet das Meer eine so mit Salzton erfüllte Senke, so wird es das

Salz nur oberflächlich auslaugen, die unteren Teile des Salzlagers aber nicht verändern und marine Sedimente über dem ganzen ablagern. Zieht sich das Meer dann wieder zurück, so schützt der Ton immer noch das Salzlager längere Zeit vor der Auslaugung durch die zirkulierenden Tagwässer. So wären nach der Auffassung Walthers, die Salzlager entstanden, aus denen wir unser Salz gewinnen.

Danach scheint es wahrscheinlich, dafs die Wüsten eine recht wichtige Rolle in der Erdgeschichte gespielt haben und dafs fossile Wüstenbildungen einen nicht unwesentlichen Bestandteil der Gesteine bilden, aus denen die oberflächlichen Erdschichten bestehen. Dies sowie die grofse Ausdehnung der gegenwärtigen Wüsten auf der Erdoberfläche gibt Zeugnis von ihrer Wichtigkeit und läfst es wünschenswert erscheinen, dafs man sich eingehender mit ihnen beschäftigt und den interessanten Erscheinungen, die da zu beobachten sind, mehr Aufmerksamkeit zuwendet, als es bisher geschehen ist. Ein solches tiefer eindringendes Wüstenstudium würde aber nicht nur unsere Kenntnis von der Wüste selbst vermehren, sondern vermutlich auch manche Frage von allgemeinerer Bedeutung ihrer Lösung näher bringen.





Physiologie des Wetters.

Von Dr. med. **Axmann** in Erfurt.

Zu Beginn der trüben Jahreszeit, wenn die ersten Schneeflocken wirbeln, und nicht minder zur Zeit, wo der kraftlose Winter mit dem aufsteigenden Frühling in unruhigem Wechsel um die Herrschaft ringt, fühlt der Mensch seine Abhängigkeit vom Wetter. Es soll damit die wirkliche, subjektive Empfindung der Witterung gemeint sein, nicht unsere Ohnmacht im äufseren Tun und Lassen dem Wetter gegenüber. Ruhige Zeiten gleichmäfsiger Wetterlage berühren den Organismus selbst kaum, mögen sie nun, von Extremen abgesehen, warm oder kalt sein. Manche empfindliche Persönlichkeit fängt nach einem günstigen Sommer im Herbst zu klagen an, und selbst nach einem gut überstandenen Winter pflegen die Sensitiven im Vorfrühling in erhöhtem Mafse den Rat des Arztes zu begehren, wenn es ihnen nicht vergönnt ist, ein bereits gleichmäfsiges Klima im Süden aufzusuchen.

„Wir sind ein Spiel von jedem Druck der Luft,“ sagt Faust; und der Dichter des Faust, eine sensitive Natur, hat das selbst oft empfunden. So waren Goethe gewisse Wetterlagen seelisch und körperlich höchst unangenehm, und ein bestimmter Stand des Barometers, wohl ein niederer, beeinträchtigte seinen Gesundheitszustand. Wir leben eben auf dem Grunde eines Luftmeeres, und wenn auch das Spiel der Wellen für gewöhnlich, wie bei der wirklichen See, nur bis zu einer gewissen Tiefe mit starkem Aufruhr sich Geltung verschafft, so herrschen doch tief unten Strömungen und Druckschwankungen, die einen Ausgleich von einem Punkt zum andern erheischen. Um die Spitzen und Klippen des Hochgebirges brandet die Flut schon stärker, während in den höchsten Regionen, sozusagen an der Oberfläche unseres Luftmeeres, rasende Stürme toben, jeden Segler der Lüfte mit kolossaler Gewalt fortreifsend, wie die Beobachtung der sogenannten leuchtenden Nacht-

wolken ergibt. Diese, wohl eine Art Cirrusgewölk, schwimmen so hoch in der Atmosphäre, dafs sie von dem Licht der längst versunkenen Sonne noch gestreift werden und lediglich der strahlende Widerschein im Dunkeln von ihnen Kunde gibt, aber auch von ihrer Höhe und der Geschwindigkeit ihrer Bewegung. Leichter wird uns die Beobachtung der tieferen Brandung der Luftwellen an den Zacken der Berge gemacht. Jeder, der einmal zu ihnen emporgestiegen, weifs, wie der Wind da oben pfeift; doch kommt es auf die Äufserung besonderer Elementarereignisse hier weniger an als auf die nachweisbare Tatsache, dafs selbst bei vollkommener Windstille und klarem Wetter fortgesetzt Druckschwankungen registriert werden können, die wir offensichtlich nicht bemerken.

Bei den Wellenvorgängen in der Atmosphäre überhaupt dürfen wir auch eines Gewährsmannes, wie Helmholtz, nicht vergessen. Er zeigte, dafs das Gleiten zweier Flüssigkeiten von ungleicher Dichte an ihren Berührungsflächen notwendig Wellen erzeugt, deren Höhe und Länge von der Dichtigkeit und gegenseitigen Geschwindigkeit beider Medien abhängt. So bringen die schwachen Windgeschwindigkeiten, welche wir am Grunde der Atmosphäre beobachten, Wellen von 1 m Länge hervor an der Grenzfläche zweier Luftschichten, deren Temperaturunterschied 10° betrüge, würden sie Luftwellen von 2 bis 5 km Länge erzeugen. Den grofsen Meereswellen von 5 bis 10 m Länge würden atmosphärische Wellen von 15 bis 30 km entsprechen, welche den ganzen sichtbaren Horizont des Beobachters ausfüllen würden. (Helmholtz.)

Die Bewegungen der Luft kann man natürlich nur bei Wolkenbildung sehen, und so sind denn auch diese Voraussetzungen des berühmten Forschers durch Photographien eigentümlicher Wolkengebilde bestätigt. Unter anderen hat Dr. R. Neuhaufs in Berlin wohlgelungene Aufnahmen von Wolkenwogen veröffentlicht; desgleichen hat Emden in München aus der Gondel des Luftballons ähnliche Bilder erhalten.

Bei einer Besteigung des Säntis und dem Besuch des meteorologischen Observatoriums auf dem Gipfel, welches bekanntlich eine der ersten alpinen Hochstationen auch mit Winterdienst ist, erinnert sich Verfasser, wie bei vollkommen klarem und ruhigem Wetter am frühen Morgen, an welchem man keinen Lufthauch spürte, doch das empfindliche Stationsbarometer, allerdings ein sogenannter Wagebarograph, kaum eine halbe Minute stillstand. Unausgesetzt arbeiteten die elektromagnetischen Vorrichtungen des Registrierapparates. So fein

abgestuft sind freilich unsere Hausbarometer nicht; indessen, abgesehen von den grofsen Druckschwankungen, welche jedes Barometer aufzeichnet, lassen sich noch viele kleinere fortgesetzt mit geeigneten Instrumenten nachweisen.

Vor einer Reihe von Jahren hat hierzu F. von Hefener-Alteneck einen sehr einfachen Apparat angegeben und in einer Sitzung der Physikal. Gesellschaft zn Berlin 1895 vorgezeigt. Er beruht auf dem Prinzip des Druckunterschiedes und -Ausgleiches zwischen dem Luftvolumen eines Gefäfses mit der Aufsenluft. Nimmt man zur Konstruktion also beispielsweise eine weithalsige Glasflasche, so genügt es, in den sonst dichten Kork zwei Glasröhren einzusetzen, deren eine, längere, halbkreisförmig nach unten gebogen, unverschlossen nach oben ausmündet, die andere, kürzere, in eine feine Spitze endigt. Ein in den rundgebogenen, wagerecht liegenden Teil eingebrachter Tropfen gefärbten Petroleums wird als Anzeiger des Druckausgleiches bei jeder Änderung hin- und hergetrieben, während die Glasspitze regulierend wirkt. Diese hübsche, sehr empfindliche Vorrichtung wurde Variometer, auch Luftwellenmesser getauft.

Besonders hat sich Jul. H. West dieses kleinen Instrumentes angenommen und es in einer aufserordentlich sinnreichen Weise vervollkommnet. Nach seiner Berechnung gelang es ihm, einen Wellenmesser zu bauen, der 2400 mal empfindlicher als das gewöhnliche Quecksilberbarometer ist. Dafs ein derart empfindlicher Druckanzeiger selbst unter dem Einflufs einer scheinbaren Windstille nicht zur Ruhe kommt, ist wohl selbstverständlich, und so markieren sich denn auf der Skala desselben nicht blofs einzelne Windstöfse oder künstlich hervorgerufene Lufterschütterungen, welche sonst völlig unmerklich sind, sondern es läfst sich deutlich erkennen, dafs selbst bei ruhigem Wetter nirgends der Luftdruck konstant ist, sondern von Sekunde zu Sekunde veränderlich. Im Gegensatz zu den grofsen Schwankungen des Barometers, das sich mit solchen Kleinigkeiten nicht abgibt, werden diese kleinen, einer Art Zitterbewegung gleichenden Druckkurven durch lokale Verhältnisse, Bodenerhebungen, Hindernisse, wie Hauswände, Bäume usw. beeinflufst und abgeschwächt; man hat wohl auch darum nicht gehört, dafs der Wellenmesser in der eigentlichen Meteorologie zur Verwendung gelangte.

Wer sich eingehender dafür interessiert, findet in der Originalarbeit (Prometheus No. 431 u. 432, Jahrg. IX, 1898) die sehr interessanten Beobachtungen von West zusammengefafst. Als ein wichtiges

Resultat dieser Untersuchungen haben wir noch die Tatsache zu berücksichtigen, dafs auch die Lufttemperatur sich ständig der Volumenänderung anpassen mufs. Auch diese schwankt nachweislich unausgesetzt, mit den feinsten Wellenbewegungen in Wechselwirkung stehend. Mit den Volumen- und Temperaturänderungen hält aber wiederum die Feuchtigkeit gleichen Schritt. Wir merken also erst auf diesem Wege, von was für einer komplizierten Materie wir unmittelbar Tag und Nacht umspült werden.

Wie schon anfangs angedeutet, gibt es aber Menschen, die dazu nicht erst ein Wetterglas brauchen, sondern einen Barometer in sich tragen. Das sind die sensibeln, meist nervösen Naturen, mögen sich ihre Empfindungen bei veränderter Wetterlage nun mehr im allgemeinen ausdrücken, oder sich besonders auf gewisse Gebiete, wie Kopf, Magen, Neuralgien, selbst prophetische Hühneraugen konzentrieren. Jedermann kennt solche Leute, die mitunter trotz des besten Laubfrosches einen Ruf als Wetterpropheten geniefsen, und jeder Arzt verfügt über ein gewisses Kontingent derselben, welche meist subjektiv, doch vielfach auch objektiv nachweisbar, über ihre Witterungsbeschwerden klagen.

Es handelt sich hierbei um eine Überempfindlichkeit sensibler und zum Teil auch sogenannter symphatischer Nerven. Meist werden freilich solche Organe betroffen, die schon einmal etwas durchgemacht haben, d. h. schon einen Krankheitsprozefs erlitten, der mehr oder weniger ausgeheilt oder sich auch noch eines chronischen Bestandes erfreut. Wir wollen aber hier auch für diejenigen eine Lanze brechen, welche sonst nachweislich körperlich gesund sind, denen darum ihre Überempfindung als Einbildung angerechnet wird.

So gibt es Menschen, die das Offenstehen eines mehrere Meter entfernten Tür- oder Fensterspaltes schmerzhaft empfinden, selbst wenn kein ausgesprochener Luftzug entsteht und sie von der Öffnung nachweislich nichts gemerkt haben; sogar das Aufsperren einer Tür im Nachbarzimmer wird erkannt. Man kann sich leicht überzeugen, wie in diesen Fällen das Hefenersche Variometer prompt eine Druckschwankung anzeigt. Es bleibt aber bei solchen Individuen, die an einer Verschiebung der physiologischen Reizschwelle leiden, nicht blofs bei Empfindungen, sondern es treten auch Hautschwellungen, exsudative Verdickungen und dergl., ähnlich der Nesselsucht, alles mittels nervöser Übertragung ein. Wiederum andere reagieren auf Reisen oder Übersiedelungen eigentümlich auf lokale klimatische Verschiedenheiten. Sie leiden in durchaus verschiedenartiger Weise

darunter, so dafs man wirklich von einer Art Idiosynkrasie reden darf. Solche Empfindlichkeiten sind sogar manchmal erblich, oder es leidet eine ganze Familie daran. Professor E. Baelz in Tokio, welcher sich gewifs nicht mit Unrecht auf seine internationalen Erfahrungen bezüglich des Klimas verschiedener Weltteile beruft, berichtet, dafs die einen seiner Bekannten in einem Klima rheumatisch wurden, in welchem die anderen einen alten Rheumatismus verloren. Er kannte unter anderen eine von amerikanischen Eltern in Florenz geborene, erblich rheumatisch beanlangte Dame, die als Gattin eines Diplomaten in den extrem trockenen Klimaten von Peru und Peking und in den feuchten von Japan und England gelebt hatte. Sie bekam in feuchten Ländern Gelenkschmerzen und Schwellungen, in trockenen blitzartig zuckende Schmerzen, die sich oft mit Venenstauung und einer Art von derber Schwellung an Hand- und Fufsrücken kombinierten. Besonders traten diese Erscheinungen vor jeder Wetteränderung, namentlich vor jedem Gewitter ein. In einem anderen Falle wurden Gewitter tagelang vorausgesagt. Auf der Höhe desselben litt die betreffende Person furchtbare Schmerzen und war wie gelähmt an Körper und Geist. Mit dem Ausgleich der elektrischen Spannung schwanden diese Störungen sofort. In diesem Fall bestand dagegen gegen Kälte und Hitze geringe Empfindlichkeit. Wir könnten solche Beispiele aus eigener Erfahrung nur vermehren und bestätigen.

Lassen wir zunächst noch die Elektrizität aus dem Spiele und richten wir unser Augenmerk lediglich auf die feinen Luft- und Temperaturwellen, denen natürlich die Feuchtigkeit gleichen Stand halten mufs, so drängt sich uns die Überzeugung auf, dafs es in erster Linie diese Schwankungen sind, welche die Porenventilation aller durchlässigen Körper bewirken. Sie führen den Ausgleich der Luft innerhalb der porösen Wände unserer Häuser herbei, mit verschlossenen Gefäfsen bewirken sie einen endosmotischen Verkehr, befördern den Gasaustausch der Atmung bei Pflanzen und Tieren. So verfliegt z. B. trotz eines guten Korkes das feine Parfüm aus der Flasche mit Kölnischem Wasser, oder lang aufbewahrte, porös verschlossene Konserven verlieren an Wohlgeschmack. Auch unsere Haut, das empfindlichste und ausgedehnteste Organ für die mannigfachsten Funktionen, wie Atmung, Ausscheidung, Empfindung, wird ventiliert, wobei sie viel empfindlicher ist als bei grofsen, nachdrücklichen Luft- und Temperaturschwankungen, wie die eines starken Windes oder eines plötzlichen Sonnenstrahls oder kalten Bades. Und

da ist es nun wieder die unglückselige **Nervensubstanz**, welche nicht allen Anforderungen gewachsen ist!*)

Die Physiologie lehrt allerdings, dafs die Nervenstämme selbst nur in beschränktem Grade gegenüber Wärme und Kälte, sowie Feuchtigkeitsschwankungen reizbar sind, desto mehr aber die empfindlichen Endfasern mit ihren Tastorganen. Um ihre Wirksamkeit genügend zu kennzeichnen, sei nur erwähnt, dafs das kleinste Gewicht, das notwendig ist, um eben eine Druckempfindung zu erzeugen, 15 Milligr. auf einer 9 Quadratmm. grofsen Fläche an der Handflächenseite der Finger beträgt, während an der Stirn schon 2 Milligr. genügen. Ähnliches gilt von dem Temperatursinn. Taucht man einen Finger in Wasser von verschiedener Temperatur, so zeigt sich, dafs noch Differenzen von 1/4 Grad C. unterschieden werden können. Die gröfste Empfindlichkeit besitzen auch hier wiederum die Wangen und die Augenlider, meist exponierte Körperteile mit zarter Oberhaut. Also derartige feine Organe können bei reizbaren Personen sehr wohl auf die feineren Schwankungen bezüglich Luftdruck, Temperatur und Feuchtigkeit reagieren, in genügender Stärke, um den Ausdruck einer **charakteristischen Wetterempfindung** aufkommen zu lassen. Inwiefern die elektrischen Luftverhältnisse hierbei eine Rolle spielen, ist oben schon angedeutet worden. Meist ist die Luft positiv elektrisch; ihre Stärke und Spannung richtet sich nach den Vorgängen in der Atmosphäre. Solche Spannungsänderungen wirken aber wiederum auf den Körper ein, dessen Gegenpotential mit dem der Luft unter allmählichem Ausgleich gleichen Schritt halten mufs, je nach der Leitungsfähigkeit der umgebenden Medien. Ein sehr starker, plötzlicher Ausgleich statischer Ladung, wie man die Aufspeicherung von Elektrizität in einem Körper kurzerhand bezeichnen kann, findet z. B. statt während des Gewitters, besonders beim Einschlagen des Blitzes in unserer Nachbarschaft. Einen derartigen Verlust von kurz vorher noch bedeutend gesteigerter Spannung auf seiner Oberfläche fühlt man dann als den sogenannten „**Rückschlag**". Derselbe kann sehr heftige nervöse Störungen veranlassen.

Die Spannungsschwankungen der Luftelektrizität **geringerer Intensität** werden in gleicher Weise dauernd das Nervensystem erregen können, wozu noch die veränderte Leitungsfähigkeit der umgebenden Luft durch Temperatur und Feuchtigkeit beitragen. Diese sind es aber noch nicht allein.

---

*) Vgl. auch als korrespondierend: Axmann, Über Bäderwirkungen, in Himmel u. Erde, 1903 Hft. 6.

Wir haben in letzter Zeit eine Art Strahlung, die Radioaktivität, kennen gelernt, welche, anscheinend mehr oder weniger überall vorhanden, eine Eigentümlichkeit unserer Erde, wohl unseres gesamten Planetensystems ist. Aus gewissen Mineralien sind Elemente isoliert worden, welche durch die Eigentümlichkeit, diese Strahlung sich in besonderem Mafse anzueignen, ein eingehendes Studium der Aktivität solcher Strahlen gestatten. Der im allgemeinen bekannteste derartige Körper ist das Radium. Hier interessiert uns lediglich die Eigenschaft der Radiumstrahlen, die sonst ziemlich gut isolierende Luft zu ionisieren, d. h. elektrisch leitend zu machen. So kann man durch Annäherung eines beiläufig hirsekorngrofsen Stückes Radiumsalzes Körper von ihrer elektrisch-statischen Ladung befreien, indem die umgebenden Luftschichten, elektrisch gut leitend gemacht, eine Ausstrahlung begünstigen. Elektrische Funkenströme, welche zwischen zuweit auseinander gezogenen Konduktoren erloschen sind, lassen sich in gleicher Weise wieder herstellen, und, dafs dieses Laboratoriumsexperiment auch im grofsen von der Natur selbst ausgeführt wird, beweist das eigentümliche Verhalten der Luft in manchen Gegenden und unter bestimmten, meteorologischen Bedingungen. So soll in gewissen Gebieten norwegischer Gebirge ein besonders starkes Leitungsvermögen die Luft dauernd auszeichnen, was auf ihre Jonisierung durch darunter liegende Gebirgsformationen hinweist. Man hat auch sonst darauf aufmerksam gemacht, dafs in der Umgebung hoher Bergspitzen die Atmosphäre eigentümlich günstige elektrische Ausgleichsverhältnisse bietet.

Nun findet diese Strahlung, Emanation im eigentlichen Sinne, dauernd aus den Poren unserer Erdrinde statt, welche durch den schwankenden Luftdruck ventiliert werden. Der Barometerstand wird sie variabel machen, schwer lastender Druck sie zurückhalten. Umgekehrt wird jede ausströmende Luftmasse neue Jonen in die Atmosphäre bringen, da sie in Berührung mit der Erdoberfläche auf dem Wege der Induktion radioaktive Fähigkeiten erlangt. Es würde demnach selbst aufserordentlich trockene Luft mancher Höhenlagen, wie z. B. die des Oberengadins durch Radioaktivität des Gebirges elektrisch leitend werden. Ganz neue klimatologische Gesichtspunkte kommen zur Geltung, welche zur Erklärung meteorologischer Einflüsse auf Mensch und Tier herangezogen werden müssen, wenn sie auch nur längst gemachte Beobachtungen bestätigen helfen. Denn, da wir von alters her, ohne es zu wissen, unter dem Einflufs der Radiumstrahlen gestanden haben, so ändert ihr endliches Erkennen und

konzentriertes Darstellen nichts an der eigentümlichen, natürlichen Wirksamkeit, was zur Beruhigung ängstlicher Gemüter dienen möge!

Neuerdings haben Elster und Geitel diese Mutmaſsungen bestätigt, indem sie sowohl in den Bayerischen Alpen als auch in Altjoch bei Kochel einen reichen Gehalt der Luft an Radioaktivität, wie sie ihn bei Clausthal im Harz vorfanden, nachwiesen. Das Gleiche gelang W. Saake in dem Hochtale von Arosa.

Als Quelle der Emanation wurden die Gesteinsarten der Erdrinde befunden. Ja, in einer Bodenart, welche als feiner Schlamm aus einer Sprudeltherme bei Battaglia in Oberitalien, bekannt als „Fango“, gewonnen wird, gelang es, eine Aktivität zu finden, welche die unseres gewöhnlichen Tones um das Drei- bis Vierfache übertrifft. Bekanntlich hat der Fango auch eigentümliche Heilwirkungen. Der Schlamm der Quellen von Baden-Baden zeigt gleiche Reaktion.

Nun kommt noch ein Punkt dazu, welcher uns das Verständnis mit Radiumstrahlen durchsetzter Luft auf den Organismus anbahnt. Schwarz konstatierte bei mittels Radium bestrahlten Hühnereiern, daſs Schale und Eiweiſs nicht angegriffen wurden, wohl aber das Lecithin des Dotters. Lecithin ist ein wichtiger Bestandteil des Gehirns und Nervengewebes und ist auch in den Zellen der Papillarschicht der Haut vorhanden. Hierdurch wäre also eine direkte Einwirkung auf den Menschen gegeben.

Jedenfalls erklären diese mannigfaltigen, wenn auch geringfügigen Vorgänge in unserem Luftmeer zur Genüge die eigenartigen Reaktionen und Idiosynkrasien des Individuums dem Wetter gegenüber.

Während wir Menschen nun, dank der kulturellen Schutzmittel, diesen Witterungssinn bis auf Rudimente im groſsen und ganzen eingebüſst haben, macht er bei den im Freien lebenden Tieren ein Nützlichkeitsprinzip aus. Wir sind ja meist imstande, uns den plötzlichen Unbilden des Wetters entziehen zu können, während dort, wo nicht so leicht ein Unterschlupf gefunden werden kann, sei es im Hochgebirge oder in weiten unbewohnten Ländern der Wildnis, sich eben noch die angedeuteten Spuren des Witterungsvermögens bei den Landleuten, Gebirgsbewohnern und den Naturvölkern finden. Aber bestimmte Handlungen von Tieren, die sie instinktiv unter scheinbar unbekannten Veranlassungen begehen, haben einen Ruf in der Aufstellung der Wetterprognose erlangt, da naturgemäſs der Fortgang ihrer Lebensgewohnheiten unter dem Wetter zu leiden hat. Die Wahl des jeweiligen Aufenthaltsortes, Lautgebung, abnorme Be-

wegungen usw. gehören dahin. Auch das *Bedürfnis* und die *Aussicht auf vermehrte Nahrung* kommen dabei zur Geltung. Wenn sich zum Beispiel die Kreuzspinne durch Spannen eines ausgedehnten Netzes am Abend für einen gröfseren Fangbetrieb des nächsten Tages einrichtet, so ist sie gewifs der Ansicht, dafs das kommende warme, sonnige Wetter reichlich Insekten zuflattern lassen wird. Die verschiedensten Tiersorten haben sich so als *Wetterpropheten* aufgetan, indem sie beim Witterungswechsel teils Unlust und Abwehr, teils lautes Wohlbehagen zeigen. Zu den populärsten Tieren dieser Art gehören unstreitig die Frösche, von denen es der *Laubfrosch*, weil ihn sein grüner Frack salonfähig macht, am weitesten gebracht hat. Wenn man auch jetzt der Ansicht zuneigt, dafs seine Kletterübungen im Glase sich mehr oder weniger regelmäfsig nach der Tageszeit richten, indem diese Spaziergänge allen Gewohnheiten der Freiheit und des Insektenfanges entsprechen, so bleibt doch noch seine helle Stimme übrig, welche das sonst so genügsame Tier nur bei besonderen Anlässen als Ausdruck des Wohlbehagens ertönen läfst[1]). Auch der wohlgefüllte Magen allein veranlafst unseren Sänger nicht zum Quaken, wohl aber tun dies atmosphärische Schwankungen, welche ihm instinktiv eher zum Bewufstsein kommen als seinem menschlichen Herrn. Man hat dem armen Frosch vielfach Unrecht getan mit dem Hinweis, dafs er sich herzlich oft irre und dafs er, wie ein Witzbold meinte, nur dann „richtig gehe", wenn er sich nach dem nebenhängenden Barometer richten könne. Aber freilich, das Wetterglas geht auch nicht immer richtig; es steigt zuweilen, um den schönsten Regen zu bringen.

Der weitaus gröfste Teil derer, welche das Barometer befragen, ist zufriedengestellt mit der Skala von „Wind, Regen und Schönwetter", ohne zu bedenken, dafs das Wetterinstrument doch lediglich die gröfseren Luftdruckschwankungen, den Wechsel zwischen Nord- und Südströmungen, aus denen unser Wetter entsteht, anzeigt. Temperatur und Feuchtigkeit spielen aber auch eine ebenso grofse Rolle, und wer diese bei seinen Beobachtungen vergifst, wird über seine Fehlprognosen oft mit Recht erstaunt sein. Auch die vier- und mehrfüfsigen Wetterpropheten reagieren nur auf *differentielle Vorgänge in der Atmosphäre*, und wenn der Laubfrosch im Glase quakt, so hat er eben die angenehme Vorausahnung einer willkommenen Witterungsänderung mit wohltuender Wärme, worunter

---

[1]) Vergl. die Angaben von H. *Düring*, E. S. *Zürn* und anderen Auch *Zürn* will vornehmlich die *Stimme* des Frosches gelten lassen.

nicht immer Sonnenstrahlen zu verstehen sind, und solennen Fliegenfang. Er meldet diese Empfindungen aber schon früher, ehe die offiziellen Wetteranzeiger Miene machen zu steigen oder zu fallen, weil es sich eben um Empfindungen handelt, die den oben geschilderten, feineren Vorgängen im Luftmeer entsprechen. Beim empfindsamen Menschen meldet sich in gleicher Weise der „Rheumatismus“ tagelang vorher, ehe z. B. das Tauwetter im Winter eintritt; denn weil das Wetter niemals plötzlich da ist, sondern auf gewohnten Bahnen heranzieht, so gehen ihm stets gewisse, unbedeutende Vorboten voraus. Auch im Winter, einer für ihn ganz unbekannten Zeit, hat sich der Laubfrosch seine Sensibilität bewahrt, wenn man ihn gut im Zimmer überwintert und zweckmäfsig füttert. So konnte man die gleichen Exemplare mehrere Jahre lang halten. Häufig, wenn eine andere Wetterlage in Aussicht stand, liefsen sie ihre Stimme ertönen, manchmal 12—24 Stunden bevor das Barometer ins Schwanken kam. Freilich hatten solche Äufserungen nicht immer „schönes Wetter“ im Sinne des Laien zur Folge, immer aber eine veränderte Luftströmung unter äquatorialer Beeinflussung, wenn sie auch nur, kurz dauernd, zu einer Schwankung des Wetters und nicht zum Umschlag führte. Wir sind natürlich weit entfernt davon, etwa den Laubfrosch als Wetterpropheten wieder in die wissenschaftliche Meteorologie einführen zu wollen, sondern es sei nur auf die interessante und leichte Beobachtung seiner klimatischen Empfindlichkeit hingewiesen. In ähnlichem Sinne ist natürlich auch die Wetterprognose anderer Geschöpfe zu verstehen.

Wir Menschen freilich haben diese unmittelbare Empfindung verlernt und müssen, was die persönliche Prophezeiung wenigstens anlangt, unsere Sinne mit Hilfe des Verstandes dazu schärfen, um durch Übung die nötige Beobachtungsgabe zu erreichen.

„Wohl manches Zeichen, manchen Wink
Kann man da draufsen sehen,
Wovon wir in dem Mauerring
Die Hälfte nicht verstehen.“

So singt der Freiheitsdichter von den Offenbarungen der freien Natur, und, wenn es auch ein politisch Lied ist, so pafst es doch für die Wissenschaft. Wenn wir oben von einer Gruppe von Wetterpropheten redeten, welche aus physiologischen Vorgängen und Empfindungen an sich, sowie aus dem Verhalten der Tierwelt Voraussagen machen, so verdienen doch nicht minder diejenigen unsere Beachtung, welche aus unmittelbar mit dem Wetterverlauf zusammenhängenden

Beobachtungen die Witterung vorauszubestimmen suchen. Es sind das diejenigen, welche vielfach in der freien Natur mit Hilfe von allerlei, manchmal freilich gewagten Wetterregeln, aus der Wetteransicht die Aussicht der kommenden Stunden, des kommenden Tages oft mit Erfolg erkennen. Denn, wie wir es bei Erwähnung derartiger Individuen schon oben andeuteten, ändert sich die Witterung niemals plötzlich, sondern sendet ihre Vorboten voraus oder entwickelt sich aus lokalen Verhältnissen. Wer die Himmelsansicht richtig zu deuten weifs, wer die Wetterecke kennt, wer den Wolkenzug, die Beleuchtung, Nebelbildung der Bergspitzen usw. nicht unbeachtet läfst, der wird manchem Ungewitter aus dem Wege gehen können, und mancher Plan für den nächsten Tag wird ihm, von der Wetterlage begünstigt, zur Ausführung gelangen.

Derartige Beobachtungsreihen haben, weil sie aus andauernden und richtigen, oft sehr scharfsinnigen Überlegungen hervorgegangen sind, durchaus ihre Berechtigung und eignen sich vorzüglich zur lokalen, nicht zu weit ausschauenden Wetterprognose. Wir Städter aber können mit dem schmalen Himmel unserer Strafsen nicht viel anfangen und müssen unsere Blicke auf andere Dinge richten. Freilich, wer rüstig draufsen im städtischen Erwerbsleben steht, der mag weniger Sinn und Zeit haben, seine Sinne besonderen Witterungsbetrachtungen zu widmen. Er wird sich mit dem meteorologischen Bericht der Zeitung begnügen, höchstens die dort verzeichneten, rätselhaften Karten mit „Gebieten hohen Druckes“ nebst „Depressionen“ studieren und unzufrieden sein, wenn das „mutmafsliche Wetter“ nicht eintrifft. Nehmen wir aber einmal jemand an, der im Winter erholungsbedürftig ans Zimmer gefesselt, dem Tag entgegensieht, wo er wieder ins Freie kann, auch den gesunden Menschen, der nach langem Harren im Frühjahr den wärmenden Sonnenstrahl herbeisehnt, oder die lebensfrohe, abgehärtete Jugend, welche im Gegensatz dazu die Winterfreuden herbeiwünscht, so haben diese sehr wohl Zeit und ein besonderes Interesse daran, sich mit dem zu beschäftigen, was in der Natur um sie her vorgeht und in der Frage gipfelt: Wie wird das Wetter? Zur naturwissenschaftlichen Schulung und Schärfung der Sinne könnte man gar nicht genug auch auf diesen Teil der Naturlehre hinweisen, weil so ziemlich alle Gebiete der Physik sich in der Meteorologie berühren, während zugleich ein praktischer Nutzen sichtbar zutage tritt.

Machen wir einen Spaziergang durch die winterliche Stadt und lenken wir unsere Schritte den Anlagen zu, welche im Sommer im

üppigen Grün prangen, jetzt aber dem Schnee eine Zuflucht gewähren, wo ihn die moderne Strafsenreinigung nicht bekämpft. Gleichförmig ragen die Stämme der Bäume und Sträucher aus der fahlen Schneedecke. Doch, bei genauerer Betrachtung zeigt es sich, dafs der weifse Teppich in direkter Berührung mit ihnen zurückgewichen, eine ringförmige Begrenzung aufweist. Zumal wenn der Schnee einige Tage ruhig gelegen hatte, zeigt sich diese eigentümliche Abschmelzung sehr schön. Es mufs also eine Wärmebildung im Spiele sein. Das ist tatsächlich der Fall[2]). Nicht nur die Pflanze produziert durch ihren organischen Lebensprozefs genügend Wärme zum Abtauen, sondern hinzu tritt noch das Wärmeleitungs-Vermögen des Stammes, der, in der Erde wurzelnd, ausgiebig mit dem wichtigen, winterlichen Wärmeschatz des Bodens versorgt wird. Im Gegensatz hierzu zeigen leblose Hölzer, wie eingeschlagene Baumpfähle und Telegraphenstangen den Wärmering viel weniger; entsprechend stärker dagegen, weil von besserem Leitungsvermögen, metallene Körper, wie Laternenständer, Masten elektrischer Strafsenbahnen und ähnlicher Anlagen. Diese Vorgänge tragen denn auch ganz wesentlich zum Schutz gegen das Erfrieren der Pflanzen bei.

Nehmen nun die Kältegrade der Atmosphäre ab, so wird die Kraft der strahlenden und geleiteten Bodenwärme wirksamer; der eben genannte Wärmering verbreitert sich, und der Schnee beginnt in der Nähe metallener Vorrichtungen im Boden, wie der Öffnungen und Verschlüsse für Wasserleitungen und Kanalisationen, zu schmelzen. So werden z. B., längst bevor ein allgemeiner Witterungsumschlag folgt, die Eisenplatten der Hydranten, noch mehr der Revisionsbrunnen im Strafsenpflaster schwarz und feucht, und zwar ist das der Fall bei tagelang bedecktem Himmel, so dafs man die Sonnenstrahlung dafür nicht verantwortlich machen kann. Es mufs dies ausdrücklich hervorgehoben werden und ist nicht wunderbar, wenn man bedenkt, dafs diese Verschlüsse mit unterirdischen, warme Bodenluft führenden Kanälen in Verbindung stehen. Weitere prognostische Farbenänderungen der winterlichen Natur folgen. Nachdem bisweilen, als Vorbote einer milderen Strömung, die Luft vorübergehend auffallend klar geworden, so dafs die Sonnenstrahlen stärker glänzen und den Himmel mit eigentümlichen Lichtreflexen überziehen, erscheint alles dunkler gefärbt. Besonders Waldungen sehen von

[2]) Vergl. hierzu O. N. Witt, Prometheus 03, S. 493; desgl. die Untersuchungen des Botanikers Carl Sajó in Ungarn und Dehérains in Frankreich, welche zu ähnlichen Resultaten gelangten.

weitem ordentlich schwarz aus. Es ist das bereits der Ausdruck einer gesteigerten Luftfeuchtigkeit verbunden mit dem Abtauen von Schnee und Reifbehang.

Doch in noch weitergehender Weise macht sich den Sinnen der atmosphärische Wechsel bemerkbar. In Städten, welche im Windschatten eines Gebirgszuges liegen, gesellt sich zu dem weichen Südwind noch der Einflufs föhnartiger Strömungen. Dieser Föhn, welcher auch in unseren Mittelgebirgen entsteht, verleiht der Luft eine eigentümliche Beschaffenheit. Trocken und warm hat er im Winter auf unsere Atmungsorgane und Nerven einen wohltuenden, anregenden Einflufs, erweckt die Vorstellung des Frühlings, wozu meist noch ein eigentümlicher Duft kommt, den er von den Waldgebirgen mitbringt. Im Sommer dagegen ist die physiologische Wirkung des Föhns bei uns gleichfalls eine erschlaffende und beengende, wenn auch nicht so stark wie in den Alpenländern. So kann selbst der sonst minderbewertete Geruchssinn der Prophetengabe dienen, da derartige Wetterzeichen baldige Niederschläge vorbereiten.

Indessen bleibt es für uns Städter nicht blofs bei sichtbaren und fühlbaren Anzeichen — von allgemeineren, nervösen Empfindungen war bereits zu Anfang die Rede —, sondern auch hören können wir das Wetter. So hat der mittags in Rom von der Engelsburg als Zeitsignal gelöste Kanonenschufs eine gewisse Berühmtheit erlangt, da man je nach der Art des Schalles die Wetterlage beurteilen kann. Wir brauchen aber gar nicht erst in die Ferne zu schweifen; unsere Turmuhren und Kirchenglocken, sowie die weniger romantischen Geräusche der grofsstädtischen Industrie, z. B. die Dampfpfeifen, leisten dieselben Dienste. Je nach der Stärke und Klangfarbe des Tones, dem mehrfachen Nachhall, läfst sich sowohl die Windrichtung wie die Klarheit der Atmosphäre vermuten. Wenn namentlich die tiefer gestimmten Turmglocken dumpfer als gewöhnlich, mit leicht verschleiertem Nachklang, langgezogen sich hören lassen, so ist feuchte Witterung in Aussicht. Ähnliches gilt für die Dampfpfeifen und eine Menge anderer Geräusche, die erst dann zu entstehen scheinen, wenn Wetterwechsel eintritt. So das Rasseln der Wagen in ferneren Strafsenzügen. Um einen Vergleich mit dem Lande heranzuziehen: wem wäre nicht aufgefallen, wie zu gewissen Zeiten die Gebirgsbäche bei gleichem Wasserstand stärker rauschen, oder wie andere Stimmen der Natur, namentlich zur ruhigen Nachtzeit, unserem Ohr deutlicher werden? Wer kennt nicht die Symphonie des Frühlings, der mit eigentümlichem Brausen und Klingen in den Lüften kommt?

Und doch haben diese Wahrnehmungen sämtlich ihre physikalische Berechtigung. Abgesehen davon, dafs sie je nach der Lage des Entstehungsortes eine bestimmte Himmels- und Windrichtung verraten können, ist auch die Zusammensetzung der Luft besonders von Einflufs auf die Schallleitung, in gleicher Weise wie auf die Durchsichtigkeit. Ob sie trocken, neblig oder nur feucht ist, kalt oder warm, ob Regen, Schnee oder Gewitter in derselben liegt, das alles ist nicht gleichgültig. Für die Veränderung der Tonhöhe unter dem Einflufs der Windrichtung käme auch noch der sog. „Dopplereffekt" in Frage.

An historischen Momenten in der Kriegsgeschichte fehlt es nicht; unter andern wurde eine Schlacht verloren, weil der in der Nähe postierte Befehlshaber infolge eigentümlicher Luftveränderungen den Kanonendonner des kämpfenden Bundesgenossen nicht vernahm und nicht zu Hilfe eilte. Dove, der berühmte Meteorolog, hat einige solche Beispiele zusammengetragen. Er erwähnt u. a., dafs der Feldmarschall Daun, obwohl nur eine Meile entfernt, den Geschützdonner der Schlacht bei Pfaffendorf, wo Friedrich der Grofse 1760 Laudon besiegte, nicht hörte. Dove selber vernahm in derselben Gegend von der Schlacht an der Katzbach keinen Schufs, dagegen die Schlacht bei Bautzen noch auf 18 Meilen Entfernung. Zumal den Donner der modernen Seegeschütze kann man unter Umständen sehr weit vernehmen, so z. B. von Wilhelmshaven bis Helgoland, während im anderen Falle, wie der jetzige russisch-japanische Krieg lehrt, zwei Geschwader im Nebel aneinander vorübergleiten können, ohne auch nur die Maschinen zu hören. Man vergleiche auch die Sage vom „fliegenden Holländer", der lautlos im Nebel erscheint und entschwindet. Beim Gewitter entspricht nicht immer der Donner der Schwere und Entfernung des Schlages. Insbesondere zeichnen sich diese aus, wenn sie bei wolkenbruchartigem Regen unmittelbar über einen Ort hinwegziehen, oder wenn sie auf dem Wasser durch gefährliche Blitzschläge unter geringem Donner eintreten. Gerät man auf einer Bergbesteigung in eine Gewitterwolke, so hört man den Donner vielfach nur als leichtes, dumpfes Geräusch, während man die elektrischen Entladungen unmittelbar an sich selbst spüren kann.

Wie die Durchsichtigkeit der Luft durch ihre Gleichförmigkeit und die Ruhelage der einzelnen Schichten zueinander bedingt wird, so ist es auch für den Schall das Gleiche. Bei der aufserordentlich klaren, trockenen und, wenigstens abseits der Landstrafsen, staubfreien Luft des Engadins kann man nicht nur kilometerweit sehen,

sondern auch hören, während anderwärts wiederum ein höherer Feuchtigkeitsgehalt die Reinigung vermöge Niedersinkens und Gebundenwerdens schwebender Staubteilchen bewirkt. Wird indessen die Atmosphäre trotz völliger Klarheit durch aufsteigende oder fließende Schichten unruhig, dann ist es mit der gleichmäßigen Schalleitung auch vorbei. Das ist z. B. der Fall, um wieder die Lichtwellen vergleichsweise heranzuziehen, wenn in klaren Winter- und Frühlingsnächten die Sterne flimmern, weil sich die erwärmten Luftmassen von der Erde erheben und die Strahlen in wechselndem Verhältnis brechen. Die Astronomen nennen eine derartige Konstellation geradezu „unruhige Luft"; die leuchtenden Punkte der Gestirne wandern dann sprungweise durch das Gesichtsfeld des Fernrohres.

Dove hat auch hierfür einige klassische Anschauungen gegeben. Durchsichtiger Bergkristall, Wasser, Eis verlieren, obwohl mit einem gleichfalls durchsichtigen Körper, nämlich mit Luft gemengt, ihre Klarheit und erscheinen als Sand, Schaum, Nebel und Schnee; denn da an der Grenze zweier Medien stets ein Teil des Lichtes reflektiert, auch gebrochen wird, so schwächt es sich im Verhältnis der häufigen Abwechselungen beider durchsichtigen Bestandteile. Dementsprechend wird Schall, der in der Luft erregt wird, im Wasser schwach vernommen und umgekehrt.

Wir haben also zwei verschiedene Arten der Luftbeschaffenheit zu berücksichtigen, eine homogene, gleichmäßige, und eine heterogene, d. h. ungleichmäßige. Im letzteren Falle bildet jedes Nebeltröpfchen, jedes Staub- oder Wasserteilchen, ruhend oder in wechselnder Bewegung, ein Glied in der die Schallwellen hindernden oder ändernden Kette. Prognostisch ist aber die Tatsache nicht zu verachten, daß z. B. die prophetischen Kirchenglocken meist sehr hoch hängen, in Schichten, die ihre Beschaffenheit, besonders ihre Feuchtigkeit schon viel eher als die Schichten der Tiefe zu ändern beginnen. Sie können dann eine Art Schalldecke gegen unten abgeben, oder das Metall der Glocke bekommt einen feuchten Niederschlag und abweichende Schwingungsformen. Natürlich tragen bei Eintritt trockener Luftströmungen und Wetterlagen die hier geschilderten Vorgänge einen anderen, entgegengesetzten Charakter; sie sind aber in ihrer Gesamtheit der Grund, warum unser Gehörorgan an den atmosphärischen Vorgängen teilnehmen kann.

Eine Wettererscheinung, auch akustischer Natur, welche eine Sonderstellung einnimmt, ist noch das bekannte Summen der Telegraphendrähte. Auch dieses soll unter dem Einfluß des Witterungs-

wechsels stehen und vom Winde unabhängig sein. Tatsache ist jedenfalls, dafs die Drähte an ganz windstillen Tagen oft laut summen. Man kann sich hiervon leicht auf Spaziergängen überzeugen, namentlich bieten die dicken Fernleitungen des Überland-Telephons ein willkommenes Beobachtungsobjekt. Die eigentliche Ursache ist noch nicht aufgeklärt, doch will man sie in Erschütterungen suchen, welche dem Eintreten eines barometrischen Minimums voranschreiten. Wenigstens gibt W. Láska in der „Meteorologischen Zeitschrift" an, dafs die letzteren auf Hunderte von Kilometern weit Bodenvibrationen, eine Art seismische Erregung, erzeugen können. Die Bodenart modifiziert dann die Schwingungsperioden, welche sich auf die Telegraphenstangen übertragen und mit Hilfe des Horizontalpendels nachweisbar sind.

Wenn wir auf die vorstehenden Betrachtungen zurückblicken, so könnte uns der Vorwurf erhoben werden, dafs wir zu sehr auf physikalisches Gebiet geraten seien. Obwohl das eigentlich bei dem bekannten engen Zusammenhang beider Wissenschaften gar keiner Entschuldigung bedarf, so möge nur darauf hingewiesen sein, dafs es sich gerade hierbei wieder zeigt, wie sehr die Physiologie im Grunde die Physik unserer Organe und deren Lebensäufserungen ausmacht, für deren Eigenart wir nur auf diesem Wege Bewufstsein und Verständnis erlangen können. Es liegt durchaus kein Atavismus darin, wenn wir vermöge unserer wissenschaftlichen Erkenntnis Nerven und Sinne wieder für das empfänglich machen wollen, was uns durch die Kultur überflüssig und fremd geworden ist; vielmehr wird eine Fülle von Anregung, Belehrung und Erfrischung daraus hervorgehen. Wer seine Sinne nicht voll und ganz zu gebrauchen gelernt hat, wird auch unter den gewöhnlichsten Daseinsbedingungen vieles nur halb sehen und hören, manches gar nicht empfinden. Darum sollen wir das, was der Städter versäumt, nachholen und ausgleichen, indem wir hinauswandern aus dem Mauerring, nicht zu einseitigem Sport, sondern zur vollen Würdigung der freien Natur.

Das ist der Grund, warum der rationelle Alpinismus für so viele alljährlich den Jungbrunnen der Gesundheit und Intelligenz ausmacht. Hier beginnt der Tourist, je nach seiner Eigenart, einen mehr oder weniger anspruchsvollen Kampf mit den Elementen, mit Wind und Wetter, hier bedarf er der Gesamtheit aller Sinne, um einen vollen Erfolg einzuheimsen. Freilich gilt auch leider für manchen umgekehrt das Dichterwort: „Wenn ihr's nicht fühlt, ihr werdet's nicht erjagen!" —



Eine neue Demonstration stehender Wellen. Begegnen einander zwei Wellenbewegungen, so entsteht eine neue Wellenform, der man ihre Entstehung aus zwei fortschreitenden Bewegungen nicht mehr ansieht. Feste Ruhepunkte wechseln mit Abschnitten heftiger Bewegung ab, es bilden sich — nach der Ausdrucksweise des Physikers — Knoten und Wellen-Bäuche aus. Die ganze Erscheinung stellt eine „stehende" Welle dar. Derartige stehende Wellen treten immer dort auf, wo eine einfallende Wellenbewegung mit einer reflektierten zusammentrifft; man begegnet ihnen also ziemlich häufig, z. B. an Bollwerken, vor denen der stehende Rhythmus des Wellenschlages unschwer zu erkennen ist. In jeder tönenden Pfeife, bei schwingenden Saiten, bei den Scheinfarben dünner Blättchen u. s. f. lassen sich stehende Wellen nachweisen; die Physik hat also ein grofses Interesse daran, ihren Jüngern den Begriff der Wellenbewegung, insbesondere der stehenden Wellen, nahezubringen und durch geeignete Demonstrationsexperimente klarzulegen. Stehende Longitudinalwellen (z. B. in Pfeifen) weist man meist mit dem Manometer oder mittels eines leichten Pulvers nach, das sich an den Knotenpunkten ansammelt; stehende Transversalwellen werden am Seil demonstriert. Leider aber sind alle diese Versuche für ein gröfseres Auditorium ungeeignet, wenn man nicht zu allerhand Projektions- und Beleuchtungskünsten seine Zuflucht nehmen will. Es ist also mit Freude zu begrüfsen, dafs Professor Rubens - Charlottenburg für die Demonstration der Wellenbäuche und Knoten in Pfeifen ein sehr wirksames und instruktives Mittel angibt. Er geht von der seit längerer Zeit bekannten Tatsache aus, dafs eine unter minimalem Überdruck brennende Gasflamme schon gegen geringe Druckdifferenzen ungemein empfindlich ist. (Reguliert man beispielsweise den Druck eines Gasometers so, dafs er das Gas eben nur aus dem Brenner treibt, so wird die Flamme, wenn man den Brenner etwas hebt, wesentlich länger, denn dann ist der Gegendruck der überlagernden Atmosphäre eine Wenigkeit geringer geworden. Die primitive Vorrichtung übertrifft die Empfindlichkeit des Barometers um ein Vielfaches.) Professor

Rubens benutzt zur Demonstration ein Metallrohr von etwa 5 m Länge und 10 cm lichter Weite, aus dem oben in langer Reihe kleine Flämmchen herausbrennen, ähnlich wie bei den Heizkörpern zum Auftauen der Schaufensterscheiben. Auf der einen Seite ist das Rohr mit einem festen Deckel, auf der anderen mit einer Membran versehen. Fallen von einer Stimmgabel, einer Pfeife, einer Glocke oder sonst einem geeigneten Tonspender Schallwellen auf die Membran, so pflanzen sie sich in das Rohr hinein fort und werden vom Deckel reflektiert. Sofort zeigen die Flämmchen untereinander Druckunterschiede und deuten durch verschiedene Länge mit vollendeter Deutlichkeit die Knoten und Bäuche der stehenden Welle an (Fig. 1). Nimmt die Tonhöhe zu, so wächst die Anzahl der Wellen. Den Fach-

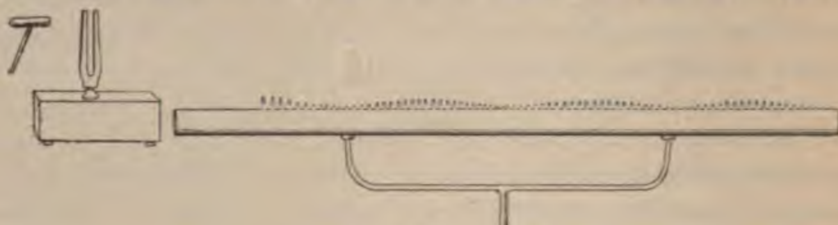


Fig. 1.

mann dürfte bei diesem hübschen Versuch mancherlei überraschen, vor allem, dass — wenigstens bei nicht zu lauten Tönen — die Flämmchen an den Schwingungsbäuchen und nicht an den Knoten, wo die gröfsten Druckdifferenzen vorhanden sind, am höchsten brennen und dafs sie dabei im Drehspiegel nicht die Spur einer oszillatorischen Bewegung zeigen. Bei sehr starken Schwingungen ist die Erscheinung zunächst umgekehrt und geht erst allmählich in die eben geschilderte Form über. Um die Theorie des Versuches bemüht sich gegenwärtig Herr Krigar-Menzel. D.



Ein neuer Mond des Jupiter ist, wie überraschende Zeitungstelegramme melden, von Perrine auf der Licksternwarte entdeckt worden. Ein Telegramm an die astronomische Zentralstelle in Kiel besagt, dafs dieser Mond sich auf 3 photographischen Aufnahmen fand, die zwischen dem 3. und 10. Dezember 1904 mit dem 3-füfsigen Crossley-Reflektor, einem sehr lichtstarken Instrument, in der Umgebung des Jupiter gemacht worden sind, dafs aber erst in den Nächten vom 2., 3., 4. Januar 1905 weitere Aufnahmen gelangen, welche das Objekt

sicherten. Es geht nicht ganz klar aus dem Telegramm hervor, welchem dieser Daten die Stellung des Mondes: 45' von Jupiter entfernt und im Positionswinkel 269°, d. h. genau westlich von dem Hauptplaneten, entspricht. Als Helligkeit ist die 14. Sterngröfse angegeben, und weiter wird bemerkt, dafs das Objekt sich täglich 45" dem Jupiter nähert, ihn somit bei gleichbleibender Geschwindigkeit in genau 60 Tagen erreichen würde. Es ist natürlich ganz ausgeschlossen, dafs die Geschwindigkeit der Annäherung an Jupiter gleichförmig erfolgt, wenn — es sich wirklich um einen Mond des Jupiter, der sonach 8mal weiter absteht als der bisher äufserste, handelt. Dagegen ist dies sehr wohl möglich, wenn das neue Objekt etwa — ein sehr entfernter kleiner Planet sein sollte. Auf diese etwas verblüffende Lösung, welche die wunderbare Entdeckung finden könnte, macht Herr Prof. Berberich aufmerksam. Gibt es kleine Planeten, die noch aufserhalb der bis jetzt als Grenze für die Asteroiden angenommenen Entfernung von der Sonne kreisen, also nahe an die Jupiterbahn von innen heran streifen, so werden sie nur eine etwas gröfsere mittlere Bewegung als Jupiter zeigen und aufserdem, in der Jupiternähe durch die Störungen des Hauptplaneten festgehalten, ihn nur langsam überholen können. Sie kommen dann gerade von rechts an Jupiter heran, wie es bei dem neuen Objekt auch der Fall ist. Nur darf die Neigung der Bahn nicht grofs sein. Die Entscheidung der Frage wird nicht vor etwa 4 Monaten fallen. Solange braucht nämlich ungefähr der hypothetische Mond, um von der rechten Seite des Jupiter zur linken in den gleichen Abstand hinüberzupendeln. Ist er wirklich ein Mond, so wendet er allmählich seine Bewegung wieder nach dem Jupiter zu, ist er ein Asteroid, so zieht dieser unentwegt seine Strafse nach links weiter. Bis dahin mufs also die Frage in der Schwebe bleiben. Häufige, aufeinanderfolgende Aufnahmen, die entscheiden könnten, ob die Bewegung sich beschleunigt, wie dies bei einer Kreisbewegung nötig ist, sind wegen des Mondlichtes nicht möglich.





Dr. F. Stolze: Optik für Photographen. Unter besonderer Berücksichtigung des photographischen Fachunterrichtes. Halle a. S. Verlag von W. Knapp.

Nach einer für den eigentlichen Zweck des Buches etwas umständlichen Einleitung über das Wesen und die Fortpflanzung des Lichtes bespricht Verfasser mit grofsem Geschick die Brechung und Dispersion des Lichtes und die Anwendung ihrer Gesetze auf die Konstruktion möglichst fehlerfreier photographischer Objektive. Der Leser lernt die allgemeinen optischen Eigenschaften der Linsen, die sphärische Aberration, Verzeichnung, Bildfeldkrümmung, Astigmatismus, chromatische Aberration usw. und ihre Beseitigung kennen. Es folgt die Bezeichnung und Besprechung der einzelnen Objektivtypen, der Aplanate, Antiplanate, Anastigmate und Teleobjektive. Eine kurze Anweisung für stereoskopische Aufnahmen und einige Worte über die Beleuchtung im Atelier und im Freien beschliefsen das Buch. Wir empfehlen die Optik für Photographen jedem, der sich mit der Photographie beschäftigt und den Ehrgeiz besitzt, etwas mehr zu sein und zu verstehen als der Durchschnittsamateur. D.

O. D. Chwolson: Lehrbuch der Physik. Braunschweig bei Vieweg & Sohn. II. Band: Lehre vom Schall. — Lehre von der strahlenden Energie.

Es gibt kaum ein Lehrbuch der Physik, mit dem man so uneingeschränkt einverstanden sein könnte wie mit dem Chwolsonschen. Deutlich und klar in der Ausdrucksweise, in der Anordnung vorzüglich, im ganzen durch und durch modern, ist es wie geschaffen dazu, dem jungen Physiker als Leitfaden, dem älteren als Nachschlagebuch zu dienen. Es ist eine Lust unter dem Vielen, was an allgemeinen Lehrbüchern jetzt produziert wird, ein solches Werk einmal unter die Hände zu bekommen. Wer Stichproben entnehmen will, der lese die Einleitung zum ersten Band und beispielsweise das, was im zweiten Band über das Kirchhoffsche Gesetz, die Theorie des absolut schwarzen Körpers u.s.f. gesagt ist. Ohne jede überflüssige Weitschweifigkeit und unter Zugrundelegung dessen, was man bei einem angehenden Fachmann voraussetzen darf und mufs (z. B. an mathematischen Kenntnissen), aber auch ohne Lücken zu lassen, immer scharf kritisierend und möglichen Irrtümern von vornherein die Spitze bietend, geht Chwolson zielbewufst vorwärts und schenkt uns ein Lehrbuch, wie es unseres Erachtens zweckentsprechender und glänzender noch nicht geschrieben worden ist. Die deutsche Übersetzung von H. Pflaum in Riga scheint vorzüglich zu sein, auch hat sich um die Ausgabe Prof. G. C. Schmidt in Königsberg (früher in Erlangen) verdient gemacht. Ihm verdanken wir es wohl auch, dafs die deutschen Forscher mit ihren Arbeiten in dem Chwolsonschen Buche in grofser Vollständigkeit vertreten sind. Die Ausstattung ist vorzüglich, die Type allerdings, wie es bei dem

Umfang des Werkes nicht anders sein kann, sehr klein. Ist sie, wie hier, neu und scharf, so läfst man sie sich gern gefallen, aber auch nur dann. Ist sie erst abgenutzt, dann bedeutet sie für das Auge eine Zumutung. Man sollte sie wirklich nur dort anwenden, wo es eben gar nicht anders geht. — Wir empfehlen den Chwolson aufs wärmste allen, denen es mit ihrem Studium ernst ist. Es ist ein Buch, mit dem man etwas anfangen kann. Der hohe Preis kommt dem Wert der Darbietung gegenüber nicht in Frage.

Dr. B. D.



Verzeichnis der der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.

Annuaire météorologique pour 1904. Publié par les soins de A. Lancaster. Observatoire royal de Belgique, Bruxelles, 1904.

Astronomischer Jahresbericht. Mit Unterstützung der Astronomischen Gesellschaft herausgegeben von Walter F. Wislicenus. V. Band, enthaltend die Literatur des Jahres 1903. Berlin, Georg Reimer, 1904.

Bergens Museums Aarbog 1903, udgivet af Bergens Museum ved J. Brunchorst. Bergen, 1904.

Blochmann, R., Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus dem Gebiete der Experimental-Chemie. II. Auflage. Mit zahlreichen Abbildungen. Leipzig, B. G. Teubner, 1903.

Burgi, R. T., Der Elektronäther, Beiträge zu einer neuen Theorie der Elektrizität und Chemie. Berlin, W. Jung, 1904.

Centralblatt für allgemeine Gesundheitspflege. Herausgegeben von Dr. Lent, Stübben u. Dr. Kruse. 20. Jahrgang. Bonn, Emil Straufs, 1901.

Dörfler, Fr., Hilfstafeln zur Mineralogie nebst einem Schlüssel zum Bestimmen der Mineralien. 5. Auflage. Wien, Carl Fromme, 1904.

Donath, B., Die radioaktiven Stoffe in ihrer Bedeutung für unsere moderne Naturerkenntnis. (Deutsche Monatsschrift für das gesamte Leben der Gegenwart).

Elster, J. u. Geitel, H., Über die radioaktive Substanz, deren Emanation in der Bodenluft und der Atmosphäre enthalten ist. Über Radioaktivität von Erdarten und Quellsedimenten. Sonderabdrücke aus der Physikalischen Zeitschrift. Leipzig, S. Hirzel, 1904.

Fraas, E., Geologie in kurzem Auszug für Schulen und zur Selbstbelehrung. Mit 16 Abbildungen und 4 Tafeln mit 51 Figuren. Sammlung Göschen. Dritte verbesserte Auflage. Leipzig, Göschenscher Verlag, 1903.

Gautier, R., Résumé météorologique de l'année 1902 pour Genève et le Grand Saint-Bernard. Genève, Société Générale d'Imprimerie, 1903.

Gautier, R., et Decaime, Observations météorologiques faites aux Fortifications de Saint-Maurice pendant l'année 1902. Genève, 1903.

Geographen-Kalender. In Verbindung mit W. Blankenburg, P. Langhans, P. Lehmann und H. Wichmann herausgegeben von H. Haack. Zweiter Jahrgang 1904/05. Gotha, Jul. Perthes, 1904.

Hoernes, R., Paläontologie. Mit 87 Abbildungen. Zweite verbesserte Auflage, Sammlung Göschen. Leipzig, Göschenscher Verlag, 1904.

Grünwald, F., Die Herstellung der Akkumulatoren. Mit 91 in den Text gedruckten Abbildungen. Dritte Auflage. Halle a. S., Wilh. Knapp, 1903.

Hess, H., Die Gletscher. Mit 8 Vollbildern, zahlreichen Abbildungen im Text und 4 Karten. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1904.

Keller, K., Die Atmosphäre ein elektro-pneumatischer Motor. Zürich-Oberglatt, Kellers Verlag, 1903.

Koenig, E., Die Entstehung des Lebens auf der Erde. Mit Abbildungen im Text und einer Tafel. Berlin, Franz Wunder, 1904.

Lutz, K. G., Kurze Anleitung zum Sammeln und Bestimmen sowie zur Beobachtung der Pflanzen und zur Einrichtung eines Herbariums. Neu bearbeitet und erweitert von M. Kohler. Ravensburg, Otto Maier, 1903.

Mangels, H., Wirtschaftliche, naturgeschichtliche und klimatologische Abhandlungen aus Paraguay. München, Fr. P. Datterer & Co., 1904.

Meyer, M. Wilh., Die Gesetze der Bewegungen am Himmel und ihre Erforschung. (Hilgers illustrierte Volksbücher). Leipzig, Herm. Hillgers Verlag.

Meyer, M. Wilh., Weltuntergang. Mit zahlreichen Abbildungen. Stuttgart, Kosmos, Gesellschaft für Naturfreunde.

Meyer, M. Wilh., Von St. Pierre bis Karlsbad. Studien über die Entwickelungsgeschichte der Vulkane. Mit 92 Illustrationen und einem farbigen Titelbilde. 2. Auflage. Berlin, Allgem. Verein für Deutsche Literatur, 1904.

Mooser, J., Theorie der Entstehung des Sonnensystems. Eine mathematische Behandlung der Kant-Laplaceschen Nebularhypothese. Neue Bearbeitung. St. Gallen, Fehrsche Buchhandlung, 1904.

Müller, H., Das Arbeiten mit Rollfilms. Mit 47 Abbildungen im Text und einem alphabetischen Register (Enzyklopädie der Photographie, Heft 48). Halle a. S., Wilh. Knapp, 1904.

(Schlufs folgt.)



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Schwarzach
Anfangspunkt der neuen Österreichischen Alpenbahn.



Triest
Endpunkt der neuen Österreichischen Alpenbahn.

Hoernes, R., Paläontologie. Mit 87 Abbildungen. Zweite verbesserte Auflage. Sammlung Göschen. Leipzig. Göschenscher Verlag, 1904.

Grünwald. F., Die Herstellung der Akkumulatoren. Mit 91 in den Text gedruckten Abbildungen. Dritte Auflage. Halle a. S., Wilh. Knapp. 1903.

Hess, H. Die Gletscher. Mit 8 Vollbildern. zahlreichen Abbildungen im Text und 4 Karten. Braunschweig. Friedr. Vieweg & Sohn. 1904.

Keller. K., Die Atmosphäre ein elektro-pneumatischer Motor. Zürich-Oberglatt. Kellers Verlag. 1903.

Koenig. E., Die Entstehung des Lebens auf der Erde. Mit Abbildungen im Text und einer Tafel. Berlin. Franz Wunder. 1904.

Lutz, K. G., Kurze Anleitung zum Sammeln und Bestimmen sowie zur Beobachtung der Pflanzen und zur Einrichtung eines Herbariums. Neu bearbeitet und erweitert von M. Kohler. Ravensburg. Otto Maier, 1903.

Mangels. H., Wirtschaftliche, naturgeschichtliche und klimatologische Abhandlungen aus Paraguay. München, Fr. P. Datterer & Co., 1904.

Meyer. M. Wilh., Die Gesetze der Bewegungen am Himmel und ihre Erforschung. (Hillgers illustrierte Volksbücher). Leipzig. Herm. Hillgers Verlag

Meyer. M. Wilh., Weltuntergang. Mit zahlreichen Abbildungen. Stuttgart, Kosmos, Gesellschaft für Naturfreunde.

Meyer, M. Wilh., Von St. Pierre bis Karlsbad. Studien über die Entwickelungsgeschichte der Vulkane. Mit 92 Illustrationen und einem farbigen Titelbilde. 2. Auflage. Berlin, Allgem. Verein für Deutsche Literatur, 1904.

Mooser, J., Theorie der Entstehung des Sonnensystems. Eine mathematische Behandlung der Kant-Laplaceschen Nebularhypothese. Neue Bearbeitung. St. Gallen, Fehrsche Buchhandlung, 1904.

Müller, H., Das Arbeiten mit Rollfilms. Mit 47 Abbildungen im Text und einem alphabetischen Register (Enzyklopädie der Photographie. Heft 48). Halle a. S., Wilh. Knapp. 1904.

(Schlufs folgt.)



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Schwarzach
Anfangspunkt der neuen Österreichischen Alpenbahn.



Triest
Endpunkt der neuen Österreichischen Alpenbahn.

tage; wir erkennen, dafs das Kambrium und seine Vorstufe eine nicht so weit zurückliegende Phase der Erdgeschichte darstellen. Wir wollen weiter rückwärts schliefsen bis zum Anfange, wo bislang jede Unterlage fehlt. Der Analogieschlufs ist berechtigt, dafs auch vor dem Kambrium eine Entwickelungszeit in derselben Weise verlaufen ist wie nachher; aber wir dürfen sicher annehmen, dafs sie sehr viel länger war. Die Zeit seit dem Kambrium — sie sei als geologisch beglaubigte, kurz bezeichnet: Geologische Zeit — ist gekennzeichnet durch echte Sedimente: Schiefer, Sandsteine, Konglomerate, Kalke und durch organische Einschlüsse; diese Sedimente umschliefsen die Produkte vulkanischer Ausbrüche — alles wie bei den jüngsten Bildungen unserer Tage auch. Aber jene vorgeologische oder geologische Vorzeit läfst sich nicht charakterisieren. Es ist darum kein Wunder, wenn man die auf der ganzen Erde verbreiteten, die Unterlage aller Sedimente bildenden Gesteinsserien als Bildungen jener geologischen Vorzeit angesehen hat. Es sind dies die sogenannten kristallinischen Schiefer. Aufser der Ubiquität ist ihnen eine mehr oder minder deutliche Parallelstruktur eigen; sie zeigen oft einen auffälligen Wechsel in verschiedenster Beziehung, aber man kann im allgemeinen sagen, dafs von den obersten zu den untersten kristallinischen Schiefern die Gröfse des Kornes zunimmt und die Deutlichkeit der Parallelstruktur abnimmt. Zu oberst liegen die Phyllite, darunter die Glimmerschiefer und zu unterst die Gneise. Die Phyllite sind den Sedimenten am ähnlichsten und gehen anscheinend oft ohne Grenze in Sedimente über. Von den Gneisen schliefsen sich einige dieser Tendenz an; sie scheinen die Endglieder der Reihe zu sein, die von den fossilführenden Tonschiefern über die Phyllite und Glimmerschiefer zu den Gneisen führt. Rosenbusch nennt sie Paragneise und trennt sie von den meist gröberkörnigen, weniger deutlich parallelstruierten Gneisen, die er als Orthogneise bezeichnet. Die Grenze zwischen beiden soll sich auch im chemischen Bestande ausprägen. Man kann aber die Schärfe dieser Grenzziehung in Zweifel ziehen; diese Orthogneise führen unmerklich über zu den mit ihnen eng verknüpften Graniten.

Früher sah man in den kristallinischen Schiefern, entsprechend der Kant-Laplaceschen Theorie, die erste Erstarrungskruste der Erde. Man weifs aber längst, dafs in den kristallinischen Schiefern der Alpen Reste von Organismen aus verhältnismäfsig jüngeren Perioden der Erdgeschichte, z. B. Belemniten reichlich vorkommen, zarte Reste silurischen Alters kennt man aus den kristallinischen

Schiefern Norwegens und andere ähnliche Vorkommnisse mehr. Dadurch ist klar erwiesen, dafs ein Teil der kristallinischen Schiefer durch Umwandlung aus gewöhnlichen Sedimenten entstanden ist. Diese Metamorphose hat grofse Ähnlichkeit mit einer Gesteinsumwandlung, die durch die Einwirkung eines Eruptivgesteins auf das durchbrochene Gestein hervorgerufen wird, mit der Kontaktmetamorphose.



Fig. 1. **Granit und „injicierter" Schiefer** von Gohlitsch, angeschliffen, ca. $^3/_4$.

Zwischen die dunklen Quarz-Glimmerlagen sind zahlreiche feinkörnige Quarz-Feldspatlagen eingeschaltet; rechts reicht eine normalkörnige Granitapophyse in den Schiefer. Einzelne losgerissene Schieferfetzen oben sind von z. T. pegmatitisch verwachsenem Feldspat (hell, grofskörnig) und Quarz (dunkel, mit poligonalen Umrissen, in kleineren Individuen) umschlossen. Einzelne Schieferlagen sind durch Aggregate kleinerer oder sogar durch einheitliche gröfsere Glimmerblätter angedeutet.

Aber bei jenen fossilführenden, kristallinischen Schiefern läfst sich eine solche Einwirkung nicht immer nachweisen; man nahm daher an, dafs über gröfsere Gebiete hin die bei der Gebirgsbildung eingefalteten Sedimente zu kristallinischen Schiefern umgewandelt worden sind, und man bezeichnet diese Umwandlung als Regionalmetamorphose. Die Orthogneise glaubt man nicht auf die durch Regionalmetamorphose verwandelten Sedimente zurückführen zu können.

Die modernen Petrographen sehen darin durch Druck schiefrig gewordene Granite. Nach der Auffassung des Vortragenden können massige Gesteine nicht durch statischen Druck, wohl aber durch Quetschung schiefrig werden, eine Erscheinung, die häufig beobachtbar ist; aber Quetschzonen dieser Art lassen sich vom Gneis unterscheiden.

Der Granit seinerseits wechselt in seiner Zusammensetzung im Korn und in der Textur von einem Vorkommen zum anderen; er enthält Partien, linsen- oder plattenförmige Massen, von abweichendem Verhalten: basische Knoten- und Streifenschlieren, basische Gangschlieren und saure Gänge, teils mit scharfem Gegensatz des Gesteinswechsels, teils mit verschwindenden Grenzen und allmählichen Übergängen.

In Schlesien lassen sich zwischen den ältesten sedimentären Schiefern und dem Granit verschiedene Arten von Beziehungen feststellen. Eine übergreifende Lagerungsweise der Schiefer ist noch nicht beobachtet worden. Es handelt sich demnach um folgende drei Möglichkeiten:

1. Schiefer und Granit stofsen in einer tektonischen Linie aneinander. Es ist dies z. B. bei Moisdorf unweit Jauer der Fall. Hier geht die Ostrandlinie der Sudeten zwischen den Schiefern am Fufse des Ratsberges und dem westlichsten Vorkommen des Striegauer Granits hindurch. Die Schiefer lassen hier keine Kontakteinwirkung erkennen.

2. Die Schiefer sind vom Granit durchbrochen und der Kontaktmetamorphose unterworfen. Der Vortragende verfolgte diese Erscheinung vom Streitberge bei Striegau nach NW. und entdeckte sie an den Ritterbergen bei Striegau. Im Riesengebirge beobachtete er sie in Übereinstimmung mit anderen Forschern bei Kupferberg und an der Koppe, und besonders eingehend untersuchte er sie am Moltkefels.

3. Die ältesten Sedimente stehen mit dem Granit in Verbindung durch die Vermittelung von Gneis. Mafsgebend für seine Folgerungen wurden dem Vortragenden die Verhältnisse im Jenkauer Schiefergebirge, nördlich von Striegau. Der grobkörnige und grobflasrige Gneis von Wandris geht nach oben schnell in feiner schiefrige Gesteine über, die Flaserung der Gesteine fällt unter ganz flachen Winkeln nach S. ein. Darüber folgt, abgesehen von einer amphibolitischen Einlagerung, anscheinend durch petrographischen Übergang verknüpft,

die Masse der Jenkauer Schiefer. Die Schieferplatten liegen ebenso flach wie die Flaserung des Gneises, aber man kann sich überzeugen, dafs die eigentliche Schichtung dieser Schiefer abweichend von der Schieferung eine starkwellige Faltung aufweist. Die vorher gefalteten sedimentären Schiefer sind also nachträglich einer Druckschieferung ausgesetzt gewesen, gleichzeitig mit der Herausbildung der Gneisflasern und wohl auch gleichzeitig mit der Herausbildung der Schalen im unterlagernden Striegauer Granit. Die Gneisbildung erscheint also als eine Steigerung des Vorganges der nachträglichen Schieferung der gefalteten Schichten. Ursache all dieser Vorgänge kann nur der Granit sein. Einer intensiven Gebirgsfaltung sind die Gneise nicht ausgesetzt gewesen; man kann also von Regionalmetamorphose bei ihnen nicht reden.

Einen weiteren Einblick in die Verhältnisse gewähren die Aufschlüsse bei Gohlitsch auf Blatt Ingramsdorf. Nördlich hiervon, bei Schönfeld, stehen Schiefer an. Im Granitbruch an der Weistritz bei Gohlitsch ist eine 20 m mächtige Schieferscholle von Granit umschlossen und von Granitgängen nach allen Richtungen durchschwärmt. Der im N. des Aufschlusses normale Granit nimmt bei der Annäherung an die Schieferscholle ein durch basische Streifen-schlieren veranlafstes unruhiges Aussehen an; vereinzelte losgerissene Schieferstücke stellen sich ein. Die Substanz des Schiefers ist z. T. verändert; die Glimmerblättchen sind gröfser, Feldspat hat sich dazwischen eingestellt, die Schieferlamellen erscheinen gelockert, getrennt voneinander durch feinste Granitschnüre; sie ergeben das Bild der durch Injektion von Schiefern entstandenen Gneise — nach Weinschenk (Fig. 1).

Die Glimmerlagen der Schieferblätter erscheinen seitlich im Granit wie aufgelöst und durch vereinzelte weniger regelmäfsig angeordnete Glimmerblättchen oder auch Hornblendekristalle angedeutet. Die Titanitkristalle der Schiefer erscheinen in gleicher Ausbildung im benachbarten Granit. Körnige Granitgänge durchsetzen die Schiefer und grofsstrahlige Pegmatitgänge den Granit und den Schiefer in gleicher Weise. Kleinere, in ähnlicher Weise umgewandelte Schieferschollen fand der Vortragende in dem an basischen Schlieren überaus reichen Granit der Beatenhöhe bei Saarau. Schiefereinschlüsse bis handgrofs finden sich allenthalben im Striegauer Granit und z. B. auch bei Ströbel und Qualkau am Zobten. Auch im Riesengebirgsgranit könnten sie nachgewiesen werden, und zwar nicht nur in der Nähe der Schiefergrenze, sondern auch weitab

davon. Häufiger als solche Schiefereinschlüsse beobachtet man bei Striegau sowohl wie im Riesengebirge Knoten von basischerer Zusammensetzung als der Granit selbst, von rundlichen, aber auch von eckigen Umrissen, von Faust- bis Kopfgröfse und darüber. Der Vortragende bezeichnete sie, ausgehend von der Rosenbusch-schen Spaltungstheorie als basische Knotenschlieren. Bei Häslicht fand sich nun ein Schiefereinschlufs im Granit, umschlossen von einer basischen Knotenschliere (Fig. 2).

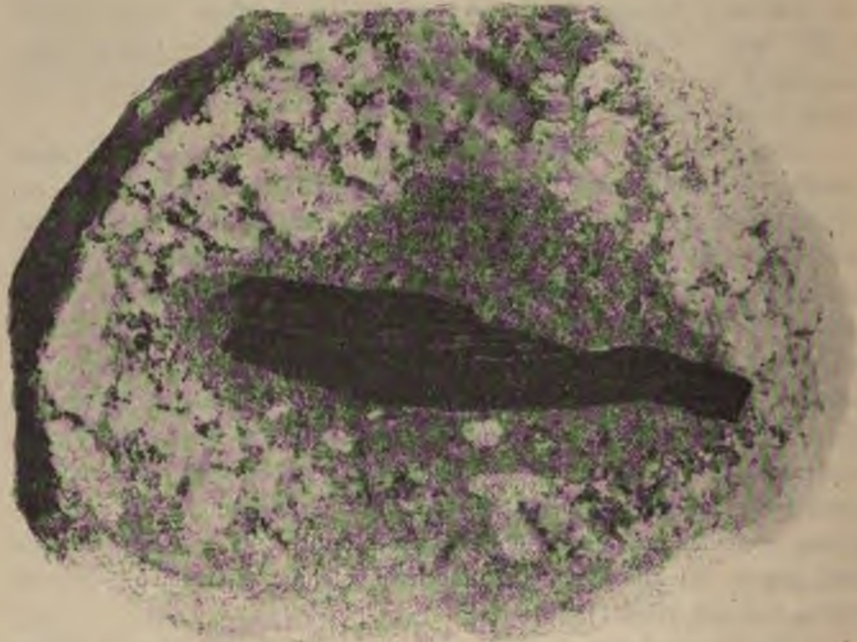


Fig. 2. **Schiefereinschluss von Häslicht.**

Der Gedanke liegt nahe, dafs die Bildung der Schliere veranlafst ist durch den Schiefereinschlufs im Granit. Basische Streifenschlieren finden sich zuweilen dicht neben Schiefereinschlüssen und neben Knotenschlieren zugleich. Unwillkürlich entsteht der Eindruck, dafs der schmelzflüssige Granit die Schieferbruchstücke umschlossen und z. T. eingeschmolzen hat. Basische Streifenschlieren finden sich reichlich wie in Saarau und Gohlitsch auch an der Schiefergrenze im Granit des Moltkefelsens und am neuen Jubiläumswege am Fufse des Koppenkegels. Nach der Auffassung der Petrographen sind diese Schlieren durch Spaltung des Magmas

entstanden. Rosenbusch hat die Spaltungstheorie zu einem ganzen Lehrgebäude ausgestaltet; nach ihm enthält ein Granitmassiv Spaltungsprodukte saurer und basischer Natur. Die eben besprochenen Streifenschlieren aber dürften durch Aufnahme fremder Stoffe in das granitische Magma entstanden sein. Es liegt also keine endogene Kontakt-Metamorphose vor, sondern eine Einschmelzung. Auch in der Technik erzielt man Schlierengläser durch Beimengung einzuschmelzender Zuschläge.

Dieselben Erscheinungen wie am Schieferkontakt trifft man auch weitab davon mitten im Granitmassiv; es mufs demnach eine Einschmelzung in weit gröfserem Umfange stattgefunden haben, als man nach den obigen Ausführungen annehmen möchte. Bemerkenswert ist ein weiterer Fall. Dem Andalusit- und Cordieritschiefer des Moltkefelsens ist ein Granat-Hornblendefels eingeschaltet. Unweit davon trifft man an der Granitgrenze ein kersantitisches Erstarrungsgestein an. Die Analysen des Kersantits und jenes Kinzigits stimmen ziemlich überein, und noch auffälliger wird diese Übereinstimmung durch die Anwendung der Osannschen Formeln. Könnte nicht der Kersantit durch Einschmelzung des Kinzigits entstanden sein? Von Fischbach liegt ein Stück basischen Ganggesteins vor mit einem umschlossenen, stark injizierten Schieferbruchstück; dadurch wird die Möglichkeit erwiesen, dafs auch die basischen Ganggesteine mit den Einschmelzungsvorgängen im Zusammenhange stehen.

Es soll nun der Versuch gemacht werden, der Frage von einer andern Seite näher zu treten. Es ist experimentell erwiesen, dafs die Temperatur in der Erdkruste mit der Tiefe zunimmt; es ist höchst wahrscheinlich, dafs in gewissen Tiefen Temperaturen erreicht werden weit über dem Schmelzpunkt der Silikatgesteine. Es ist ebenso wahrscheinlich, dafs mit der Tiefe auch der Druck zunimmt. Eisen und Wasser vergröfsern ihr Volumen beim Erstarren; bei den meisten silikatischen Gesteinen aber ist es wahrscheinlich umgekehrt der Fall. In der Tiefe der Kruste können diese Gesteine infolge des hohen Druckes trotz der hohen Temperatur nicht schmelzflüssig werden. Wie aber, wenn irgendwo in der Kruste mehr oder minder plötzlich der Druck nachläfst? Sicher ist dann eine Verflüssigung zu erwarten.

Solche Änderungen der Druckverhältnisse können eintreten: 1. wenn bei tektonischen Vorgängen in der Kruste Spalten entstehen, 2. wenn durch Erosion Gebirge abgetragen werden. Im ersten Falle werden Einschmelzungsvorgänge räumlich beschränkt längs der Klüfte

vor sich gehen; im zweiten Falle werden innerhalb der Lithosphäre die Einschmelzungsvorgänge sich über gröfsere Gebiete erstrecken. Diese Zone der Einschmelzungsmöglichkeit soll als Tekosphäre[1]) bezeichnet werden; bei zentripetaler Druckverringerung auf einem Erdradius wird die Tekosphäre sich zentrifugal ausdehnen. Die so entstehenden flüssigen Massen bedingen eine gröfsere Beweglichkeit

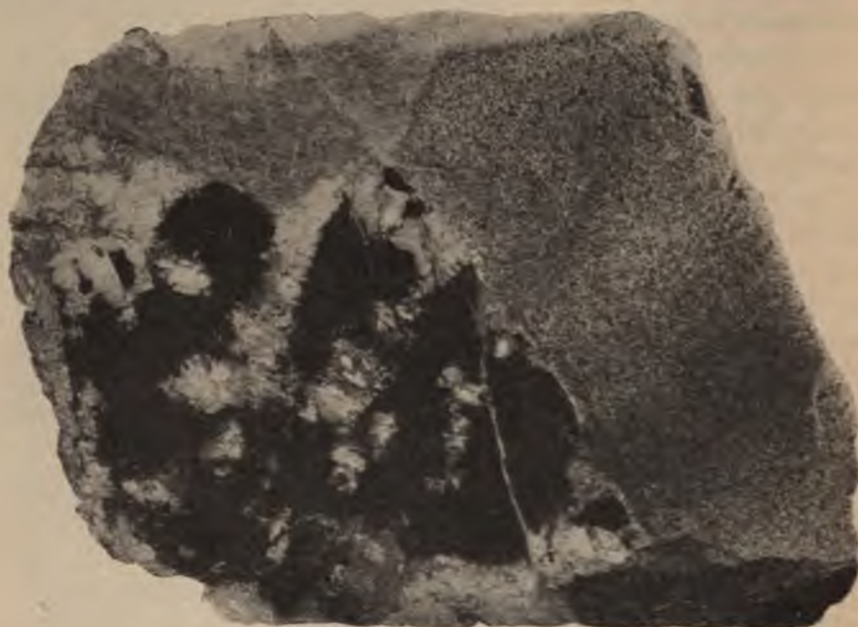


Fig. 3. **Aplit im Gabbro des Zobten**, angeschliffen.

Links Gabbro: Die dunklen Flecken sind zersetzter Diallag mit reichlich Chromeisen; die hellfarbenen Feldspate dazwischen sind in ein feinkörniges Aggregat umgewandelt und von chloritischen Schnüren durchsetzt.

Rechts Aplit: Das Gestein besteht aus einem feinkörnigen Quarz-Feldspatgemenge; besonders die Quarzkörner sind durch Brauneisen gefärbt und erscheinen im Bilde dunkler. Die dunklen Streifen sind an Brauneisen reichere Partien. Rechts oben ein Dialagkristall. Einzelne schärfer umschriebene Magnesiaglimmerschüppchen und sehr zahlreiche, oft deutlich poligonale Granatkristalle sind in der feiner körnigen Grundmasse wohl erkennbar.

dieser Teile der Erdtiefe. Bei Störungen des Gleichgewichtszustandes in der Kruste werden Bewegungen von gröfserem Ausschlag entstehen, als wenn es sich um die Verschiebung fester Krustenteile handelt. Unter einem abradierten Kettengebirgsflügel wird durch Empor-

[1]) τήκω, schmelzen.

wölbung der Tekosphäre die Entstehung einer benachbarten Parallelkette eingeleitet. Diese Auffassung kann deshalb auf die Theorie der Gebirgsbildung von Einflufs werden. Mit der zentrifugalen Bewegung der Einschmelzung wird eine Aufwärtskrümmung der Geoisothermen bewirkt. Es werden dadurch die Auffassungen von vulkanischen Vorgängen beeinflufst werden. Überhaupt steht diese Annahme von räumlich beschränkten Einschmelzungsherden im Ein-

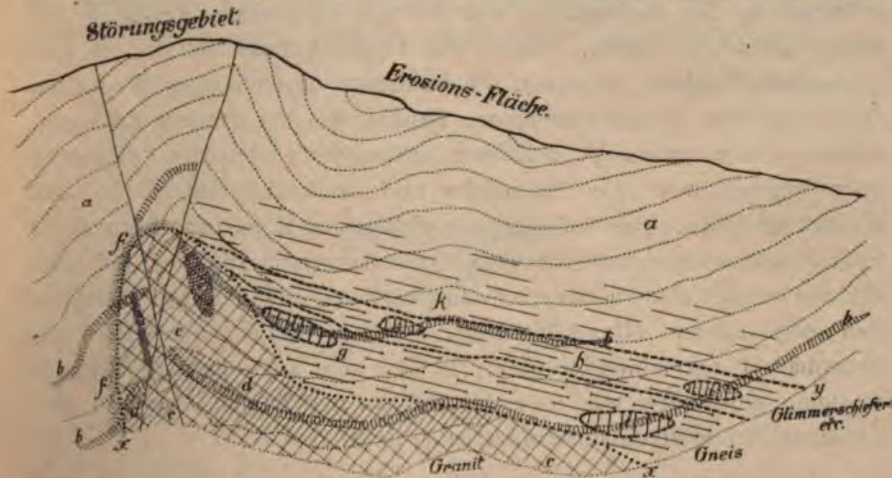


Fig. 4. **Schema der Einschmelzungsvorgänge.**

a) Gefaltete, sandig tonige Schichten.
b) Kalkige und dolomitische Einlagerungen darin.
c) Durch Einschmelzung der geschichteten Gesteine (Diatĕxis) entstandener Granit.
d) Hornblendegranit, entstanden durch die diatĕxische Einschmelzung der Kalk- und Dolomitlager.
e) Eingeschmolzene, aber nicht verdaute, kalk- und magnesiareiche Partien (entĕktische Schlieren).
f) Zone der Anaphryxis (Kontaktmetamorphose).
g) Gneis, } entstanden durch die Perihepsesis der Schichtgesteine.
h) Glimmerschiefer, }
i) Pyroxenische und amphibolische Einlagerungen, }
k) Gefaltete tonige Schichten mit Druckschieferung.
x) Äussere Grenze der Diatĕxis,
y) Äussere Grenze der Perihepsesis.

klange mit der modernen Vulkantheorie. In den Aufwärtsbewegungen der Tekosphäre endlich kann man auch die Ursache der sogenannten „Massendefekte" suchen. Der durch die Diatexis (Einschmelzung) entstehende Magmaherd wird durch die damit verknüpften Dampfbildungen eine Einwirkung auf die Dachgesteine ausüben. In dieser Einwirkung kann man die Ursache der Gneisbildung suchen. Diese Gneisbildung findet ihre Analogie in den Veränderungen, die die von dem Granit umschlossenen Schieferschollen, wie oben gezeigt, erkennen lassen. Es

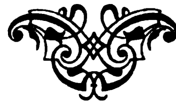
braucht sich hierbei nicht nur um Injektionen zu handeln; es ist wohl denkbar, dafs infolge von Spannungsdifferenzen in der Schieferscholle selbst sich gewisse leichter einschmelzbare Lagen des Schiefers unmittelbar in granitische Schmelzflüsse verwandeln. Die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen wird sehr grofs sein. Von besonderem Interesse z. B. sind die Augengneise. Die petrographische Schule sieht in ihnen ausgewalzte Granite mit einer in das Kleinste gehenden Zertrümmerung der Bestandteile, von der nur die grofsen Feldspate bewahrt geblieben wären. Nach der neuen Auffassung sind es umgewandelte Schiefer, in denen die Feldspate durch langes Wachstum ihre endgültige Gröfse erreichten, ähnlich wie die grofsen Kalkspatkörner in den metamorphen Kalken Attikas nach Lepsius Auffassung oder ähnlich wie die Staurolith- und Andalusitkristalle in den Kontaktschiefern. Das bei dem ungleichartigen Korn der Bestandteile Spannungserscheinungen eintreten, ist selbstverständlich. Die Gneisbildung erfolgt also in der die Tekosphäre umhüllenden, von Dämpfen, den sogenannten Mineralbildnern, erfüllten Zone. Sie möge als Zeosphäre[1]) bezeichnet werden. In ihr sind auch flasrige basische Gesteine entstanden wie etwa der Gabbro des Zobten, der von granitischen Aplitgängen durchsetzt ist (Fig. 3).

Die Entstehung saurer und basischer flasriger Gesteine in der Zeosphäre möge als Perihepsesis[2]) bezeichnet werden. Im Gegensatz dazu steht die Kontaktmetamorphose, die auf einer rascheren Einwirkung emporquellenden Granitmagmas beruht. Entsprechend der vorigen Bezeichnungsweise möge sie Anaphryxis[3]) genannt sein. Die in der Tiefe durch Flüssigwerden, Diatexis, entstehenden Magmenherde bringen die Gesteine des Daches zur Einschmelzung — Entexis kann man es nennen, wenn damit kein völliges Aufgehen im Magma verknüpft ist. Durch vollständige Verdauung — Diapepsis — kalk- und magnesiahaltiger Gesteine kann das granitische Magma basischen Charakter annehmen. Entektisch aber unverdaut aufgenommene Massen können tränen- oder gangförmig in dem granitischen Magma zur Tiefe sinken, wenn sie schwerer sind, oder irgendwelche andere Anordnung annehmen, wenn die flüssigen Massen in Bewegung sind (Fig. 4). Vieles, was man früher als magmatisches Spaltungsprodukt ansah, wird sich nun als entektische Schliere auffassen lassen. Die unleug-

[1]) ζέω, sieden.
[2]) ἕψησις, das Kochen.
[3]) φρύγω, rösten.

baren Schwierigkeiten der Spaltungstheorie werden dadurch vermieden.

Anknüpfend an die von Michel-Lévy verfochtene Einschmelzungstheorie, ist dieselbe hier im Bereich der schlesischen Granite im einzelnen angewendet und zugleich für eine Erklärung der Entstehung kristallinischer Schiefer ausgenutzt und durch zahlreiche Beobachtungen im Felde gestützt worden. Nebenbei dürften sich daraus auch noch weitere neue Gesichtspunkte für die Beurteilung anderer Erscheinungen und Vorgänge in der Erdkruste ergeben.





Die neuen Alpenbahnen Österreichs zur „zweiten Eisenbahn-Verbindung mit Triest".

Von Professor Dr. C. Koppe in Braunschweig.

Schon seit mehreren Jahrzehnten war man in den mafsgebenden Kreisen Österreichs von der Notwendigkeit überzeugt, Triest mit besseren Bahnverbindungen zu versehen, um Handel und Verkehr dieses wichtigsten überseeischen Hafenplatzes der Monarchie zu heben. Das Gebiet des Triester Handels auf dem Festlande reicht der Hauptsache nach nicht über die nächstgelegenen Kronlande bis Ober- uud Nieder-Österreich hinaus, und während andere Hafenstädte mit der Zunahme des Gesamtwarenverkehrs sich entsprechend gehoben haben, ist dies bei Triest infolge seiner mangelhaften Eisenbahnverbindungen mit dem Hinterlande nicht der Fall, was deutlich aus der folgenden kleinen Zusammenstellung des k. k. Eisenbahn-Ministeriums hervorgeht:

Gesamtverkehr verschiedener Hafenplätze i. d. J. 1860—1899.
Gewicht in 1000 Tonnen.

Jahre	Gesamt-Verkehr	Anteil in Prozenten des Gesamtverkehrs in den Hafenorten. Triest	Fiume	Venedig	Genua	Marseille	Bremen	Hamburg
		%	%	%	%	%	%	%
1860—1869	5 512	11,5	—	6	16	33	13	20
1870—1879	8 898	9,4	2,2	5	14	29	15	25
1880—1889	14 601	7,6	4,1	5	19	24	11	29
1890—1899	21 032	6,1	4,5	5,4	17	21	12	34

Hiernach hat der Gesamtwarenverkehr in den letzten vier Jahrzehnten sich nahezu vervierfacht. Triest hat aber, ähnlich wie Marseille, mit dieser allgemeinen Zunahme nicht gleichen Schritt gehalten wie Venedig, Genua und Bremen, sondern sein Anteil ist in Prozenten auf die Hälfte herabgegangen, während Fiume und Hamburg sich sehr günstig entwickelten.

Zwar hatte die österreichische Regierung, um ihren Hauptseehafen in dem scharfen Wettkampfe mit seinen Nachbarhäfen zu unterstützen, verschiedene Mafsnahmen getroffen und Verbesserungen in

Triest vorgenommen, wie den Ausbau des Hafens, die Errichtung und staatliche Übernahme der Lagerhäuser, die Rekonstruktion des österreichischen Lloyd mit staatlicher Beihilfe, die Reform der Hafengebühren etc.; doch in technischen Kreisen nicht minder wie in den industriellen und in der Handelswelt war man schon lange der Überzeugung, dafs diese Mafsnahmen wohl förderlich, jedoch keineswegs ausreichend seien, um den Handel und Verkehr des Seehafens in Triest entsprechend zu fördern und zum vollen Aufblühen zu bringen. Nur eine durchgreifende Umgestaltung und Verbesserung der Schienenverbindung mit dem Binnenlande bis hinauf nach Süd-Deutschland und den angrenzenden Landesteilen der österreichisch-ungarischen Monarchie konnte einen Umschwung in der Entwickelung von Triest als Hafenplatz herbeiführen. Doch einem solchen Ausbaue des Eisenbahnnetzes standen grofse Hindernisse im Wege. Im Norden ist es der mächtige, von West nach Ost sich hinziehende Gebirgswall der Tauern-Kette, die von einer geraden Verbindungslinie zwischen München bezw. Salzburg und Triest ungefähr in ihrer Mitte beim Gr. Glockner geschnitten wird, auf den bestehenden Bahnlinien aber im weiten Bogen östlich und westlich umfahren werden mufs. Südlich von Villach, wo die von Süddeutschland und Niederösterreich kommenden Eisenbahnlinien zusammentreffen, zwingen die Karawanken, die Julischen Alpen und der Karst zu weiteren Umwegen über Pontebba und Udine, welche die bestehenden Bahnverbindungen nach Triest machen müssen. Die volkswirtschaftlichen und handelspolitischen Interessen forderten aber mit der Zunahme des allgemeinen Weltverkehrs immer dringender einen weiteren Ausbau des vorhandenen Bahnnetzes in diesen Landesteilen der österreichischen Monarchie behufs Herstellung kürzerer und besserer Verbindung mit dem Adriatischen Meere. Schon im Juni des Jahres 1868 wurde von dem österreichischen Abgeordnetenhause die Aufforderung an die Staats-Regierung gerichtet, „sobald als möglich eine Gesetzesvorlage einzubringen, durch welche die Weiterführung der in Villach zusammentreffenden Bahnlinien nach Oberitalien und an das Adriatische Meer in jenen Richtungen zustande gebracht werden sollte, die den Interessen der Industrie und des Handels in Österreich am meisten entsprechen". Die folgenden beiden Jahrzehnte brachten weitere Anträge, „bezüglich der für die Herstellung einer neuen Bahnverbindung mit Triest vorgeschlagenen Projekte eingehende Studien vorzunehmen", und im Jahre 1893 wurden erhöhte Kredite zu Tracierungsarbeiten bewilligt, um „ehetunlichst im Reichsrate Gesetzes-

vorlagen einzubringen, durch welche die Triester Eisenbahnfrage im gesamtstaatlichen Interesse einer Lösung zugeführt wird". Den endgültigen Abschlufs dieser Verhandlungen brachte das Jahr 1901, in welchem durch Gesetz die Herstellung der in folgender Übersichtstabelle zusammengestellten neuen Eisenbahnlinien auf Staatskosten gesichert wurde:

Bahnlinie	Länge in km	Vollendungstermin	Voranschlag für die Baukosten in Kronen
1. Tauernbahn:			
a) Schwarzach—Gastein . .	30	1904	12 000 000
b) Gastein—Spittal a. d. Drau	47	1906	44 000 000
2. Karawankenbahn:			
a) Klagenfurt-Afsling a. Save	43	1905	38 000 000
b) Villach—Bärengraben .	23	1905	6 000 000
3. Wocheinerbahn:			
Afsling—Görz—Triest . . .	144	1906	78 000 000
4. Pyhrnbahn	43	1904	12 000 000
5. Lemberg—Sambor-Grenze	172	1904	38 000 000
6. Rakonitz—Laun . .	45	1902	9 000 000
7. Hartberg—Friedberg .	27	1902	4 040 000
Summe	574		241 040 000

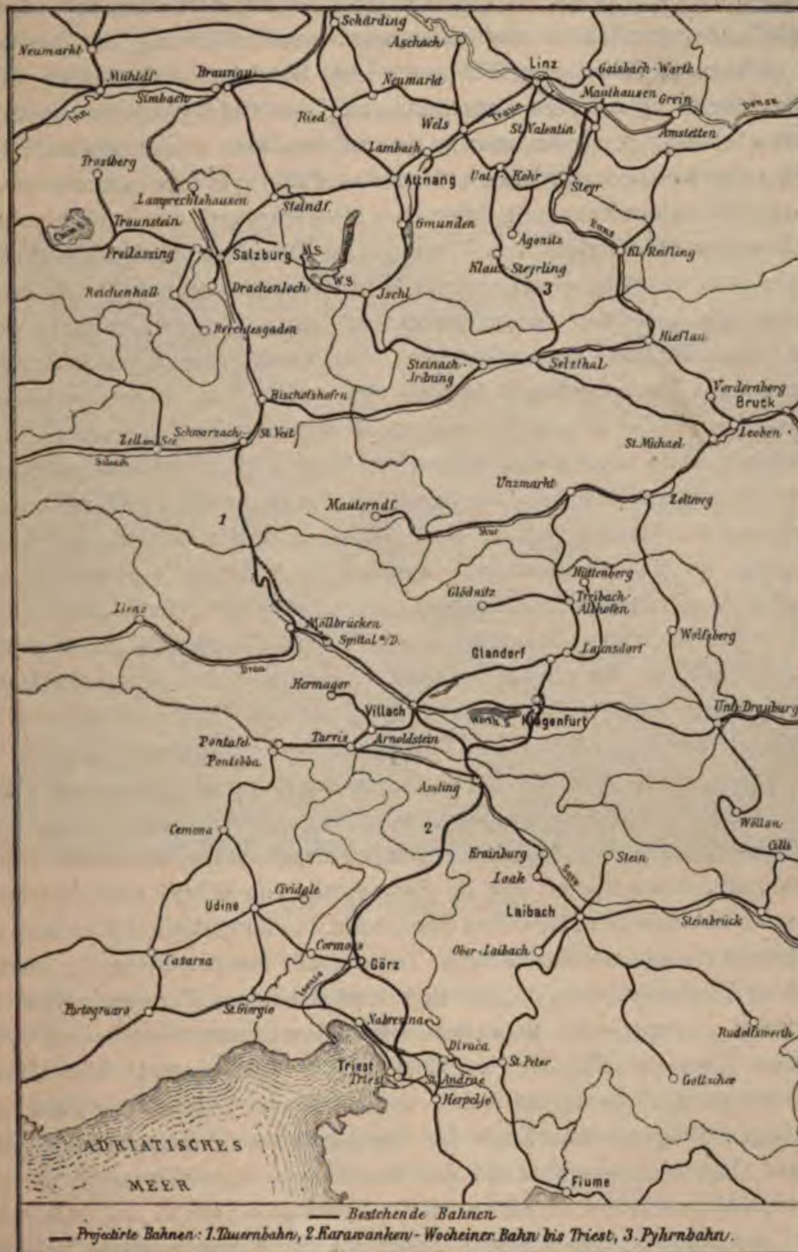
Von diesen neu herzustellenden Strecken bilden die drei erstgenannten Linien, die Tauernbahn, die Karawankenbahn und die Wocheinerbahn die sogenannte „zweite Eisenbahnverbindung mit Triest", mit der auch die vierte Linie, die Pyhrnbahn, im Zusammenhange steht, insofern sie die Strecke Linz—Triest wesentlich abkürzt. Die Gesamt-Betriebslänge dieser 4 neuen Linien beträgt 330 km und der Kostenanschlag für ihre Herstellung 190 Millionen Kronen. Die durch dieselben bewirkten Wegekürzungen unter Zugrundelegung der Tariflängen gegenüber den bestehenden Bahnverbindungen sind in folgender kleinen Tabelle zusammengestellt:

Glandorf-Triest	95 km
Linz-Triest	142 „
Salzburg-Villach	179 „
Salzburg-Triest	247 „

Der Weg von Süddeutschland, Salzkammergut, Niederösterreich usw. nach Triest wird somit durch die „zweite Eisenbahnverbindung" um nahezu 250 km abgekürzt.

Der Voranschlag für diese neuen Bahnanlagen, nach welchem das Kilometer im Durchschnitt nahezu zwei Drittel Millionen Kronen kostet, zeigt schon, dafs es sich hier um sehr schwierige und teure Bahnbauten handelt. Für den nördlichen Teil derselben, die Tauern-

ZWEITE EISENBAHNVERBINDUNG MIT TRIEST.



bahn, wurden nicht weniger als zehn verschiedene Projekte aufgestellt, bearbeitet und miteinander verglichen. Die Pässe der Tauernkette liegen so hoch über dem Meere, dafs eine Überschienung derselben mit offener Bahnlinie untunlich ist und eine unterirdische Führung der letzteren in geringerer Höhe zur Sicherung des Betriebes erforderlich wird. Die hierzu notwendige Durchtunnelung des Gebirgsstockes gestaltet sich aber sehr verschiedenartig, je nachdem man denselben mehr östlich oder westlich durchfährt, denn das Tauerngebirge nimmt sowohl bezüglich seiner Erhebung über dem Meeresspiegel, als auch hinsichtlich seiner Mächtigkeit von Westen nach Osten ab, läuft im östlichen Teile aber in zwei, einen spitzen Winkel miteinander bildende Bergketten aus, zwischen denen das Murrtal liegt. Um vom Salzach- oder aus dem Emstale zum Drautale eine direkte Schienenverbindung durch das Tauerngebirge herzustellen, wird man daher in seinem westlichen Teile einen Scheiteltunnel von grofser Länge, in seinem östlichen Teile aber zwei Haupttunnels von geringerer Ausdehnung anlegen müssen. Die Zahl der Quertäler, die senkrecht zur Streichungsrichtung der Hauptketten in diese einschneiden und für die Linienführung in Betracht gezogen werden mufsten, ist verhältnismäfsig grofs. Um unter allen Möglichkeiten die günstigste zu finden und den vorteilhaftesten Tauernübergang bezw. Durchstich zu ermitteln, wurden alle in die ungefähre Verkehrsrichtung der geplanten Bahnverbindung fallenden Quertäler einer näheren Prüfung unterzogen, wodurch die grofse Zahl der Varianten- und Konkurrenzprojekte für die Tauernstrecke bei der neuen Bahnverbindung mit Triest erklärlich wird. Die schliefslich ausgewählte und nunmehr in vollem Bau begriffene Linie zweigt bei dem reizend gelegenen Schwarzach (siehe Titelblatt), einer Station der im Salzachtale von Wörgl nach Salzburg bezw. Bischofshofen führenden Staatsbahn, in südwestlicher Richtung ab, entwickelt sich an der rechten Talseite mit starker Steigung, mehrfachen Viadukten (Fig. 1), Brücken und kleineren Tunnels gegen die Gasteiner Klamm (Fig. 2) aufwärts und durchquert dieselbe mit Hilfe zweier Tunnels (Fig. 3) von 700—800 m Länge und einer Überbrückung der Gasteiner Ache, um dann im Gasteiner Tale mit mäfsiger Steigung dem Zuge der Landstrafse zu folgen bis zum Orte Dorf Gastein, woselbst auf der Meereshöhe von 819 m die gleichnamige Bahn-Station errichtet wird. Von dieser Station „Dorf Gastein“ bis zur Station „Hof-Gastein“ steigt die Bahn mit geringer Neigung in südlicher Richtung an, dann aber beginnt eine sehr schwierige Strecke, welche die mehrfache Anwendung der schärfsten zulässigen

Krümmungen von nur 250 m Radius, sowie der Maximalsteigung von 25 pro Mille erforderte. Mehrere Wildbäche müssen mit hohen Viadukten und die 77 m tiefe Angerschlucht mit einer eisernen Bogenbrücke von 74 m lichter Weite übersetzt werden, bevor beim 30. Kilometer vom Ausgangspunkte die Station „Bad Gastein" erreicht wird. Da die Station Schwarzach 592 m über dem Meere liegt, die Station „Bad Gastein" aber 1082 m, so hat die Bahnlinie nunmehr einen Höhenunterschied von 490 m überwunden. Dieselbe steigt noch



Fig. 1. **Mursanger Viadukt.**

weitere 90 m auf 4 km Länge bis zur Station „Böckstein" und der in unmittelbarer Nähe derselben auf 1172 m Meereshöhe im Tale des Anlaufbaches gelegenen nördlichen Mündung des grofsen Tauerntunnels. Bis dahin wird die Bahn eingeleisig, der Scheiteltunnel aber, der die Tauernkette in der Länge von 8506 m durchsetzt, zweigeleisig angelegt. Derselbe steigt von Station Böckstein mit 12 $^0/_{00}$ bis zur Scheitelhöhe von 1225 m, unterfährt in gerader Linie und nahezu südlicher Richtung die Gamskarspitze und mündet mit 2 $^0/_{00}$ abfallend etwas oberhalb des Ortes Mallnitz auf der Meereshöhe von 1217 m in das Tal gleichen Namens. Auf der nördlichen Tunnelseite wird die Bohrung im Richtstollen mit Brandt'schen hydraulischen

Rotations-Bohrmaschinen, auf der Südseite zunächst noch von Hand betrieben. Die Bahnstrecke Schwarzach-Bad Gastein sollte dem ursprünglichen Bauprogramme gemäfs im Jahre 1904 vollendet werden. Grofse Bauschwierigkeiten und gewaltige Überschwemmungen im vergangenen Jahre haben eine Verzögerung herbeigeführt, so dafs der berühmte Badeort wohl erst im Frühjahr 1906 per Bahn erreichbar sein wird.

Aus dem Gasteiner Tale führen von Böckstein aus zwei alte Saumpfade über das Tauerngebirge nach Süden, der eine über den niedern, der andere über den hohen Tauern, von denen der letztere Pafsübergang (2460 m) besonders interessant ist, weil sich neben dem neu angelegten Wege mehrfach Überreste einer alten Strafse finden, die wegen ihrer verhältnismäfsig grofsen Breite vermutlich aus sehr weit zurückliegender vorrömischer Zeit stammt und die den Altertumsforschern so wertvoll erscheint, dafs sie dieselbe während meines Aufenthaltes am Tauern photographisch aufnehmen liefsen. Rund 1200 m unter der Pafshöhe wird nunmehr ein neuer Tauerngang durch den Berg gebohrt, der im Jahre 1908 vollendet sein soll, ebenso wie die südliche Fortsetzung der neuen Bahnlinie durch das Mallnitz- und das Möll-Tal nach Spittal a. d. Drau. Von Mallnitz, einem gleich unterhalb der südlichen Ausmündung des Tauerntunnels in grofsartiger Umgebung gelegenen Luftkurorte, fällt das Tal bis zur Einmündung in das Mölltal bei Ober-Vellach auf ca. 700 m Meereshöhe so steil ab, dafs ihm die Bahnstrafse nicht folgen kann, sondern mehrere hundert Meter über vorgenanntem Orte an der linken Berglehne sich hinzieht. Man hatte ursprünglich eine grofse Schleifenentwickelung beabsichtigt, ähnlich wie bei Wasen an der Gotthardbahn, um diese Talstufe zu überwinden und nach Ober-Vellach hinunterzugelangen; das Interesse an der kürzesten Verbindung mit dem Drautale bezw. Triest veranlafste aber die neue Linienführung direkt hinunter mit dem stärksten zulässigen Gefälle, der östlichen Berglehne entlang, an der sich die Bahn nach und nach bis zum Talboden hinabsenkt, auszuführen. Etwas unterhalb der Einmündung des Mölltales in das Drautal läuft die neue Linie dann bei Spittal in die von Franzesfeste nach Villach führende Puster- und Drautalbahn ein, der sie dem herrlichen Wörthersee entlang bis Klagenfurt, der Hauptstadt Kärnthens, folgen kann.

Die weitere direkte Linienführung von Villach und Klagenfurt nach Süden machte eine Durchbrechung des Karawanken-Gebirges notwendig, das sich in ost-westlicher Richtung zwischen den

Tälern der Drau und der Save hinzieht, im Mittagskogel bis zur Meereshöhe von 2144 m ansteigt und die Grenze zwischen dem deutschen und slovenischen Sprachgebiete, bezw. Kärnthen und Krain bildet. Nach den sehr eingehend vorgenommenen geologischen Untersuchungen sind die Karawanken ein „verworren gefaltetes Kettengebirge mit mancherlei Verschiebungen und Störungen der Lagerungsverhältnisse". Die Grundmasse besteht aus paläozoischen Kalken, Schiefern, Sandsteinen und Konglomeraten. Diese Gesteine gehören



Fig. 2. **Hechwasser-Klammbrücke.**

„zum gröfseren Teile der Steinkohlenformation", zum geringeren der „Dyasformation" an. Unter ihnen liegen kristallinische Schiefer, über ihnen aber lagert die Triasformation mit ihren Schiefern, Kalken, Mergeln und Dolomiten, die auf allen Höhen und Gipfeln zutage treten. Die karbonischen Schiefer sind druck- und wasserreich, daher einer Durchtunnelung sehr ungünstig; ähnlich verhalten sich die Schiefer im Perm und der unteren Trias, während andererseits die Kalke und Dolomite der obern Trias als sehr günstig angesehen werden mufsten. Es handelte sich somit darum, die Tunnel-Trace so zu legen, dafs die ersteren tunlichst vermieden wurden, soweit die Betriebsanforderungen an die Linienführung dies überhaupt gestatteten. Unter zwei Konkurrenzprojekten, welche nach allen Vorstudien allein noch in Betracht kommen

konnten, wählte man schliefslich den am meisten westlich gelegenen „Bärengraben-Tunnel", zu welchem zwei neue Zufahrtslinien, die eine von Villach, die andere von Klagenfurt durch das Rosenbachtal gebaut werden. Dieselben vereinigen sich bei der Station Rosenbachtal am Fufse der Karawanken, und der Tunnel bildet ihre gemeinsame Fortsetzung nach Süden in das Savetal.

Die Bauausführung des 7973 m langen Karawankentunnels, der mit einer Scheitelhöhe von 637 m in nahezu nord-südlicher Richtung das Gebirge durchsetzt, ist in mehrfacher Hinsicht von hervorragendem Interesse, in erster Linie wegen der ausgedehnten Anwendung der Elektrizität als Arbeits- und Triebkraft auch der Bohrmaschinen. Die neuen von den österreichischen Siemens-Schuckert-Werken in Wien gebauten elektrischen Kurbelstofs-Bohrmaschinen haben sich beim Vortreiben des nördlichen Richtstollens hier so vorzüglich bewährt, dafs der Leiter der k. k. Eisenbahn-Baudirektion, Sektionschef Karl Wurmb, dieselben auch in dem harten Gneisgestein des Tauerngebirges zur Bohrung auf der Südseite des grofsen Tauerntunnels verwenden will, während auf dessen Nordseite, wie bereits erwähnt wurde, mit Brandt'schen hydraulischen Rotationsbohrmaschinen gearbeitet wird, und im südlichen Richtstollen des Karawankentunnels mit komprimierter Luft getriebene Stofsbohrmaschinen in Tätigkeit sind. Beim Bau dieser zwei gröfsten Alpentunnels der zweiten Eisenbahnverbindung mit Triest werden demnach drei verschiedene Arten von Gesteinsbohrmaschinen benutzt, die sich sehr wesentlich in ihrer Wirkungsweise usw. unterscheiden.

Was zunächst die mit komprimierter Luft getriebenen Stofsbohrmaschine betrifft, so wurde dieselbe in brauchbarer Gestalt zuerst durch den piemontesischen Ingenieur Sommeiller konstruiert und beim Bau des ersten grofsen Alpentunnels durch den Col Frejus, des Montcenis-Tunnels und zu gröfserer Beschleunigung der Bohrarbeiten verwertet. Diese Stofsbohrmaschine ahmt die Bohrung „von Hand" nach, bei welcher ein Arbeiter den mit gehärteter Schneide versehenen Bohrmeifsel gegen den Felsen drückt, während ein zweiter mit einem starken Hammer kräftige Schläge auf den Kopf des Bohrers ausübt. Bei der Stofsbohrmaschine werden diese Schläge mechanisch durch die Maschine bewirkt und der Bohrmeifsel gegen den Felsen gestofsen. In beiden Fällen werden kleine Teile des Gesteins durch den Stofs zu Pulver zertrümmert und der Bohrer, der nach jedem Schlage oder Stofse etwas „gerecht" wird, damit er nicht klemmt, dringt mehr und mehr in den Felsen hinein, ein seiner Dicke entsprechendes Bohrloch erzeugend. Je häufiger und kräftiger die Schläge und Stöfse

erfolgen, desto ausgiebiger wird ihre Wirkung sein, und in demselben Verhältnisse, in welchem die Maschine an Kraft den Arbeiter übertrifft, wird auch die mechanisch ausgeführte Bohrung der Handbohrung überlegen sein. Hierzu kommt noch, dafs man 6—8 Bohrmaschinen auf einem Gestell vereinigen und gleichzeitig in Tätigkeit setzen kann, während für eine entsprechende Zahl von Arbeitern per Handbohrung im engen Stollen nicht Platz genug vorhanden sein würde. Immerhin ist zwischen beiden Arten der Bohrung nur ein relativer, kein prinzipieller Unterschied in ihrer Wirkungsweise.



Fig. 3. **Eingang zum Untersberg-Tunnel.**

Auf einem ganz anderen Prinzipe beruhen die Brandt'schen hydraulischen Rotations-Bohrmaschinen (Fig. 4). Als junger Ingenieur der Gotthardbahn wurde Alfred Brandt Mitte der siebenziger Jahre vom Oberingenieur Wilhelm Hellwag nach Airolo geschickt, um die dort bei der Tunnelbohrung in Arbeit befindlichen Stofsbohrmaschinen zu begutachten. Brandt sah dort den grofsen Kraftverlust, der beim Komprimieren von Luft dadurch entsteht, dafs diese sich sehr stark erwärmt. Die Wärme mufs nämlich durch Wasserkühlung wieder fortgeschafft werden und geht als Nutzeffekt verloren. Er kam auf den Gedanken, die Wasserkraft der Gebirgsbäche auf direkterem Wege als Triebkraft zu benutzen,

und konstruierte zu diesem Zwecke seine hydraulische Rotations-Bohrmaschine. Diese schlägt oder stöfst nicht den Bohrer gegen den Felsen, sondern sie drückt und prefst den Kolben mit gewaltiger Kraft gegen das Gestein. Der Bohrer hat nicht eine Schneide, wie der Stofsbohrer, sondern kurze, harte und starke Zähne, die unter dem starken Drucke etwas in das Gestein eindringen. Wird nun der Bohrer durch die Maschine gedreht, so zerbröckeln seine gehärteten Stahlzähne das Gestein und lösen kleine Teile davon ab. Der Bohrer hat 7 bis 10 cm Durchmesser und ist hohl, so dafs die bei seiner Drehung abbröckelnden kleinen Gesteinteile durch sein Inneres vermittelst Einspritzens von Wasser beseitigt werden können. Bei fortgesetzter Pressung und Drehung dringt der Bohrer mehr und mehr in den Felsen hinein und bohrt ein seiner Dicke entsprechendes Loch. Dabei mufs aber der Druck auf den Bohrer sehr grofs sein und die Drehung nur langsam erfolgen, sonst würde der Bohrer im harten Gestein sich an diesem abschleifen, wie ein Messer auf dem Schleifstein. Denn seine Härte ist nicht gröfser als diejenige etwa des Quarzsteins, wohl aber seine Festigkeit, d. h. der innere Zusammenhang seiner Bestandteile, und daher kann er nur durch grofsen Druck und langsame Drehung den Zusammenhang der Gesteinsteile lockern und abbröckelnd wirken. Für Mutungszwecke werden Löcher ebenfalls mit Rotations-Bohrmaschinen lotrecht in die Tiefe gebohrt, aber die Wirkungsweise ist eine sehr verschiedene, denn hier werden die auf der Stirnfläche mit kleinen Diamanten besetzten Bohrer nur mit schwacher Kraft gegen das Gestein gedrückt und rasch gedreht. Die Diamanten schleifen dann wegen ihrer gröfseren Härte das Gestein als feinen Staub ab, während sie bei starkem Drucke sich lösen und ihrerseits abspringen würden. Bei den Diamantbohrern wirkt also die gröfsere Härte abschleifend, bei der Brandt'schen Maschine hingegen die gröfsere Festigkeit abbröckelnd. Die Kraft, mit welcher der Diamantbohrer angedrückt wird, braucht dementsprechend nur eine ganz geringe zu sein. Die Kraft hingegen, mit welcher der Brandt'sche Bohrer gegen den Fels geprefst und dann gedreht werden mufs, ist eine ganz gewaltige, zumal bei sehr festem Gestein. Die Brandt'schen Rotationsbohrmaschinen arbeiten mit einem Wasserdruck von 60—100 Atmosphären, hervorgebracht durch hydraulische Kompressionspumpen und weitergeleitet in entsprechend starken Röhren bis zu den Maschinen im Tunnel usw. Um letzteren bei der Arbeit einen festen Rückhalt zu geben, befestigt Brandt dieselben zu zweien oder dreien auf einer „Spannsäule".

Diese ist ein sehr kräftiger metallener Hohlzylinder von ca. 20 cm Durchmesser und hat an beiden Enden gut eingepafste Kolben, die seitlich aus ihm herausgedrückt und gegen die Wände des Stollens geprefst werden, sobald in den Hohlraum des Zylinders Druckwasser hineingeleitet wird. Die Spannsäule kann so in passender Lage, meist horizontal und ca. 1 m über dem Boden, im Stollen festgeklemmt



Fig. 4. **Brandtsche Bohrmaschine.**

werden und bietet dann, entsprechend dem gewaltigen Drucke, unter welchem das Wasser steht, den Bohrmaschinen den nötigen Rückhalt. Letztere sind in horizontalem und vertikalem Sinne drehbar, um ihnen die zur jeweiligen Bohrung passende Lage und Richtung geben zu können. Die Spannsäule mit ihren Maschinen ruht auf einem transportabeln Untergestelle, einem Rollwagen, auf dem sie ohne Schwierigkeit vor- und zurückgefahren werden kann, sobald durch Aufheben des Wasserdruckes die Spannung gelöst wird. Damit die Säule dann im Stollen an desen Wände nicht anstöfst, wird sie

in die Längsrichtung des Tunnels gedreht. Die Handhabung des ganzen überaus kräftig konstruierten Apparates ist von den Arbeitern nicht schwer zu erlernen.

Der Fortschritt der Brandt'schen Rotationsbohrmaschine gegenüber der Stofsbohrmaschine beruht prinzipiell auf der direkten Verwertung der durch die Gebirgsbäche gegebenen Wasserkraft. Der Genfer Physiker Colladen zeigte als erster, wie man diese Wasserkraft zweckentsprechend benutzen kann, um Luft zu komprimieren und Sommeiller sowie dessen Nachfolger verwerteten durch Uebertragung in eiserne Rohrleitungen die so gewonnene Energie zum Antriebe ihrer Stofsbohrmaschinen, die am Gotthard wesentlich vervollkommnet wurden. Bei der dann folgenden Durchbohrung des Arlberg waren auf der einen Seite noch pneumatische Stofsbohrmaschinen, auf der anderen aber Brandt'sche Maschinen in Gebrauch; bei den neuen Alpendurchbohrungen, wie dem Albula-Tunnel und dem Simplon-Tunnel, wurden ausschliefslich die letzteren benutzt. Auch bei dem Bau des grofsen Tauern-Tunnels sind, wie bereits erwähnt, auf der Nordseite Brandt'sche Maschinen in Tätigkeit. Beim Karawanken-Tunnel begegnen wir nun zum ersten Male der Anwendung von elektrischen Bohrmaschinen (Fig. 5) im eigentlichen Tunnelbau mit durchschlagendem Erfolge.

Die Fortschritte der Elektrotechnik in der Übertragung von Energie auf grofse Entfernungen mit nur geringem Kraftverluste veranlafste mehrfach Versuche, elektrische Gesteinsbohrmaschinen zu konstruieren und zwar sowohl Stofsbohrmaschinen wie auch Drehbohrmaschinen, aber dieselben erwiesen sich bisher stets noch als nicht ebenbürtig den oben genannten Luftdruck- und Wasserdruckmaschinen. Ihr Mechanismus war zu kompliziert, die Maschine zu empfindlich und reparaturbedürftig, daher für hartes Gestein nicht verwendbar. Auch die von Siemens & Halske konstruierte und auf der elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt a./M. im Jahre 1891 zuerst ausgestellte mittels eines Elektromotors angetriebene Stofsbohrmaschine fand zunächst nur in Bergwerken Verbreitung und Anwendung beim Treiben von Stollen usw. in weiches Gestein. Erst die beim Bau des Karawankentunnels im Auftrage der k. k. Eisenbahn-Baudirektion, bezw. ihres Vorstandes, Baudirektor Karl Wurmb, angestellten Versuche und gemachten Erfahrungen haben es den vereinigten Siemens-Schuckert-Werken in Wien ermöglicht, leistungsfähigere elektrische Bohrmaschinen herzustellen. Dieselben sind, wie die älteren Maschinen, nach dem Prinzip des „Feder-

hammers“ gebaute Kurbelstofs-Bohrmaschinen, d. h. die vom Elektromotor in Rotation versetzte, gekröpfte Kurbelwelle der Maschine setzt einen Bohrmeifsel in hin- und hergehende lineare Bewegung. Bei jeder Vorwärtsbewegung stöfst der Bohrer gegen das Gestein und bohrt sich nach und nach in dasselbe hinein. Damit aber diese Stöfse der Maschine nicht schaden, ist der Bohrer nicht fest mit ihr verbunden, sondern zwischen zwei starke Federn an seinem hinteren



Fig. 5. **Elektrische Bohrmaschine mit Spannsäule und Leitungskabel auf dem Bohrwagen.**

Ende eingespannt, welche den Reaktionsstofs aufnehmen und dämpfen. Bei den älteren Maschinen war der Elektromotor von der Maschine getrennt am Boden aufgestellt, und die Kraftübertragung geschah durch „eine biegsame Welle“. Bei den neueren Maschinen ist der Elektromotor direkt mit der Bohrmaschine zusammengebaut, und geschieht die Übertragung seiner Rotation durch Stirnradübersetzung. In der Minute vollführt der Bohrer 400 bis 500 Stöfse, und wird nach jedem Stofse etwas gedreht, damit ein rundes Bohrloch entsteht. In dem Mafse, wie das Bohrloch sich vertieft, mufs die ganze Bohrmaschine vorgeschoben werden. Dies Vorrücken der Maschine besorgt der dieselbe bedienende Arbeiter

durch Drehen einer Handkurbel, die auf eine Schlittenführung wirkt, in der die Maschine vor- und zurückbewegt werden kann.

Auf einer „Spannsäule“ können zwei solche Bohrmaschinen befestigt werden und auf einem Bohrwagen zum Transporte ein oder zwei Spannsäulen mit je zwei Kurbelstofs-Bohrmaschinen. Der Bohrwagen trägt ferner an seinem rückseitigen Ende ein aufgerolltes Leitungskabel zur Verbindung mit einer stationären Stromquelle im Tunnel, die durch eine Turbinenanlage unter Verwertung vorhandener Wasserkräfte gespeist wird. Bei diesen neuen elektrischen „Kurbelstofs-Bohrmaschinen“, wie dieselben von den Siemens-Schuckert-Werken genannt werden, ist die Anzahl der Bestandteile wesentlich geringer als bei den älteren Maschinen, die Bauart bei gleichem Gewichte entsprechend kräftiger und einfacher; die Federn, welche früher leicht brachen, sind widerstandsfähiger, ebenso wie die ganze Maschine selbst.

Den früher beschriebenen, mit komprimierter Luft getriebenen Stofsbohrmaschinen gegenüber haben die elektrischen Maschinen den grofsen Vorzug des weit geringeren Kraftverbrauches bezw. Kraftverlustes. Dabei kann die Kraftquelle infolge der leichten Kraftübertragung weiter von der Bohrstelle entfernt sein, was einer Ausnützung von Wasserkräften einen sehr viel gröfseren Spielraum gewährt. Den letzteren Vorteil haben die elektrischen auch den Brandtschen Rotations-Bohrmaschinen gegenüber, die zudem eine sehr grofse Wasserkraft verlangen, wenn sie rationell arbeiten sollen. Diese Vorzüge der geringen, leichter und daher auch billiger zu beschaffenden erforderlichen Kraftmenge, einfacher und rasch herzustellender Betriebsanlage, sowie eines sehr weitgehenden Anpassungsvermögens an die verschiedensten Verhältnisse usw. sichern der elektrischen Bohrmaschine eine immer gröfser werdende Überlegenheit über ihre Vorgänger, nachdem die am Karawankentunnel mit ihr erzielten Resultate alle Erwartungen übertroffen haben. Der tägliche Fortschritt im Richtstollen betrug daselbst durchschnittlich 5—6 m.

Reges Leben herrscht beiderseits auf den Installations- und Bauplätzen, die mit allem versehen sind, was ein derartiges Unternehmen verlangt und mit sich bringt, wie Ventilatorenanlagen, Werkstätten und Lokomotiven usw., die ebenfalls alle elektrisch betrieben werden, Bureaus, Arbeiterwohnungen, Magazine, Kantinen, Spitäler usw. Auf der Nordseite waren etwas weniger, auf der Südseite etwas mehr als [illegible] Arbeiter im letzten Sommer in Tätigkeit, [illegible] Kärntner, Slovener, [illegible] [illegible] usw. im buntem

Gemisch. Die besten Arbeiter sind auch hier die Süd-Tiroler und die Nord-Italiener. Sie verlassen vielfach wie die Zugvögel bei Eintritt der kälteren Jahreszeit ihre Arbeitsstätten, um den Winter in der Heimat zu verbringen, und kehren im Frühjahr zu der schweren Tunnelarbeit zurück, in der sie den Arbeitern aller anderen Nationalitäten überlegen sind.

Die südliche Mündung des Karawanken-Tunnels liegt im Savetale bei dem kleinen Örtchen Birnbaum, etwas oberhalb von Afsling, einer Station der Eisenbahn, die von Tarvis nach Laibach führt. Die neue Linie kreuzt dieselbe, übersetzt etwas unterhalb der beiden gemeinsamen Station Afsling die Save und biegt dann in das Quertal der Wocheiner Save ein, dem sie mit mäfsiger Steigung bis zur Station Feistritz, am Fufse der Julischen Alpen folgen kann, herrliche Ausblicke bietend auf den reizenden See von Veldes und die vielzackigen Gipfel der Kalkalpen, unter denen der mächtige Triglav mit kegelförmiger Spitze steil emporragt. Bei dem in grofsartiger Umgebung gelegenen Feistritz, dem Hauptorte des Tales, beginnt der dritte grofse Tunnel der zweiten Eisenbahnverbindung mit Triest, der Wocheiner Tunnel, der in der Länge von 6339 m und mit einer Scheitelhöhe von 534 m über dem Meere die Julischen Alpen durchbricht. Da man nach den geologischen Untersuchungen im Innern des Gebirges gefährliche Druckpartien befürchten zu müssen glaubte, so hatte man ursprünglich, um die Druckfläche zu vermindern, analog wie beim Simplontunnel, anstatt eines zweigeleisigen zwei eingeleisige parallele Tunnelröhren projektiert in einem gegenseitigen Abstande von 30 m, von denen bis zur Eröffnung der Bahn Ende 1905 nur die eine betriebsfähig fertiggestellt zu werden brauchte. Beim Vortreiben von Sondierungsstollen zeigte sich aber, dafs die erwarteten Druckerscheinungen nicht eintraten, weshalb man dann vorzog, die projektierten beiden Tunnelröhren wieder fallen zu lassen und statt ihrer einen zweigeleisigen Tunnel mit etwas überhöhtem Profile zu bauen. Der nördliche Richtstollen wurde ebenfalls mit elektrischen Bohrmaschinen betrieben, zu denen der Feistritzbach die Wasserkraft lieferte. Der Tunnelbau wurde aber zeitweilig durch starken Wasserandrang, bis zu 1100 Liter pro Sekunde, sehr erschwert. In diesem heifsen und trocknen Sommer hingegen lieferte der Feistritzbach so wenig Wasser, dafs die elektrische Energie eine wesentliche Beschränkung erfuhr. Da der Tunnel aber bereits am 30. Mai v. J. durchgeschlagen war, womit die für die elektrischen Bohrmaschinen benötigte Kraft anderweitig verwendbar wurde, so machte sich der Ausfall

infolge der geringeren Wasserführung des Feistritzbaches weit weniger fühlbar. Im Maschinenhause beim Tunnel stehen auf der einen Seite (links) zwei Ventilatorengruppen, die durch eine kleine Turbine direkt getrieben werden, und in der Mitte mehrere elektrische Generatoren, welche eine gröfsere Turbine durch Seilübertragung in Tätigkeit setzt. Sie liefern zum Teil Drehstrom für die Bohrung, zum anderen Teil Gleichstrom für die Beleuchtung und den Werkstättenbetrieb am Installationsplatze vor dem Tunnel. Die Bohrung im Richtstollen wurde mit 4 elektrischen Kurbelstofs-Bohrmaschinen ausgeführt (Fig. 6) und erzielte gleich günstige Resultate, wie am Karawankentunnel. In beiden Fällen haben sich daher die neuen elektrischen Bohrmaschinen über Erwarten gut bewährt.

Der Wocheiner Tunnel läuft auf der Südseite im Bacatale in eine enge Schlucht etwas oberhalb des Dorfes Podberdo aus, wo kaum der nötige Raum für eine Stationsanlage etc. geschaffen werden konnte. Die weitere Entwickelung im Bacathale abwärts, sowie durch das Idria- und Isonzotal nach Görz ist wegen der sehr ungünstigen Beschaffenheit des Geländes mit besonders grofsen Schwierigkeiten verknüpft. Wiederholt mufs die Talseite gewechselt, der Flufs überbrückt und die Linie unterirdisch geführt werden. Die gröfsten baulichen Schwierigkeiten bereitete die wildromantische Isonzoschlucht, bei deren Durchfahrung eine unmittelbare Aufeinanderfolge von Brücken, Viadukten und Tunnels erforderlich wurde. Weiter abwärts gestalten sich die Bodenverhältnisse günstiger, und bei Görz liegt die Bahn auf nur 90 m Höhe über dem Meere im weiten Isonzotale. Görz ist Station der Südbahnlinie Udine—Triest, die mit Umgehung des Karstgebirges zum Meere und diesem nahe entlang in weitem Bogen nach dem Hafen von Triest führt. Eine der ersten Forderungen, welche die beteiligten Kreise an die zweite Bahnverbindung mit Triest stellten, war die Herstellung einer von der Südbahn unabhängigen, tunlichst kürzesten Verbindung zwischen Triest-Görz, sowie die Einmündung der neuen Linie in die Station Triest-St. Andrä auf der Südseite der Stadt beim Leuchtturme und neuen Hafen. Vom Staatsbahnhofe „Görz“ führt daher die neue Eisenbahn in südöstlicher, zur Südbahn beinahe rechtwinkeliger Richtung gegen den Karst und beginnt im Branicatale den Anstieg zu dessen kahler Hochebene mit Steigungen bis zu $25^0/_{00}$. Die Ortschaft „St. Daniel“ wird mit einem ca. 500 m langen Tunnel unterfahren, hinter welchem die Station gleichen Namens auf 274 m Höhe liegt. Von hieraus ist eine Zweigbahn nach dem durch seine Höhlen bekannten Adelsberg geplant.

Im weiteren Verlaufe durchfährt die neue Bahn den durch trichterförmige Bodensenkungen, Dolinen genannt, zerrissenen Boden der



Fig. 6. **Elektrische Bohrung mit vier Maschinen im Richtstollen vor Ort.**

Hochebene des Karst, erreicht mit 315 m ihre gröfste Meereshöhe kurz vor der Station „Opcina" und durchbricht dann den Gebirgskamm westlich der Stephanie-Warte mittels des 1050 m langen Opcina-Tunnels, von dessen auf ca. 300 m über dem Meere gelegener süd-

licher Mündung ein überraschender Anblick sich eröffnet. Als ich im vergangenen Sommer nach Bereisung der ganzen Trace an einem schönen Augustabende dort stand, sank im fernen Westen die Sonne hinab, die weite Meeresfläche, den Hafen und das am Bergeshange amphitheatralisch unter mir gelegene Triest (siehe Titelblatt) mit ihren letzten Strahlen goldig beleuchtend. Über den Lagunen von Venedig lagerten dunkle Wetterwolken, aus denen von Zeit zu Zeit Flächenblitze mit grellem Scheine aufleuchteten. Bei eintretender Dämmerung wurden im Hafen einzelne Lichter entzündet, denen schnell weitere folgten, teils geordnet in langen geraden Reihen, teils unregelmäfsig verteilt, nach kurzer Zeit einem Sternenmeere vergleichbar, in welchem das hellere Licht des Leuchtturmes in gleichmäfsigen Zwischenräumen aufflammte, lautlos über die weite Meeresfläche hinglitt und rasch wieder verschwand. Aus Ländern deutscher Sprache und Sitte, dem herrlich gelegenen Salzburg und Salzkammergute, führt die neue Linie durch das mächtige, schnee- und eisgepanzerte Urgebirge des hohen Tauern hinab in das freundliche, dem angrenzenden Tirol im Charakter der Bewohner ähnliche Drautal, durch die Karawanken in das slovenische Krain mit anderer Sprache, anderen Sitten und Gebräuchen, wieder hinauf durch das wildzerklüftete vielzackige Kalkgebirge der Julischen Alpen, an dessen Südabhange eine weite fruchtbare Ebene das in üppiger südlicher Vegetation prangende Görz mit italienischer Sprache und Kultur umschliefst, dann wieder hinauf zur kahlen Hochebene des Karstgebirges mit seinen wunderbaren Grotten, und nach Durchbrechung der letzten Scheidewand in das herrliche Küstengelände durch Oliven-, Feigenwälder und Weinberge hinab am Monte „Spaccato“ und Monte „Belvedere“ über den „Torrente delle sette Fontane“ im weiten Bogen mit prächtigen Ausblicken auf Triest, den Hafen und das Meer bis zur Einmündung in den Staatsbahnhof Triest-St. Andrä in der Nähe des Leuchtturmes am neuen Hafen im Süden der Stadt.

Nur wenige Bahnen der Welt dürften an Grofsartigkeit der Szenerie, Vielgestaltigkeit und an reizvollem Wechsel des zu durchfahrenden Geländes, der Bewohner, ihrer Sitten und Kultur auf einer so kurzen Strecke der „zweiten Eisenbahnverbindung mit Triest“ gleichkommen.



Weltenstäubchen.

Von **Otto Falb** in Berlin.

In seinem Werke: „In Nacht und Eis" Bd. I. erwähnt Dr. Fridtjof Nansen, dafs er im hohen Norden Eisschollen vorgefunden habe, deren Oberfläche fast überall von schmutzigbrauner Farbe war. Dergleichen Schollen hatte er schon früher in niederen Breiten gesehen und dabei konstatiert, dafs die Farbe dieser letzteren von Unmassen kleiner Organismen, hauptsächlich Pflanzen (Diatomeen und Algen) herrührte.

Auf dieser Beobachtung fufsend, glaubte er, die abweichende Färbung der zuerst erwähnten Eisschollen ebenfalls durch das Vorhandensein organischer Bestandteile erklären zu können.

Es zeigte sich jedoch, dafs in den untersuchten Proben gröfstenteils mineralischer Staub (allerdings vermischt mit Diatomeen und anderen Bestandteilen organischer Herkunft) vorherrschte.

Nansen erwähnt übrigens (vgl. „Wissenschaftliche Ergebnisse von Dr. Fr. Nansens Durchquerung von Grönland", Ergänzungsheft No. 105 zu „Petermanns Mitteilungen", 1892), dafs man bisweilen auch Massen von Schlick auf dem Eise fände, der in der Farbe dem Staube sehr ähnlich sehe, bezüglich seiner Entstehung jedoch wohl mit dem Lande in Verbindung zu bringen sei, während der oben erwähnte mineralische Staub gröfstenteils solcher sei, der sich aus der Atmosphäre der Erde auf die Eismassen ablagere.

Es fragt sich nun, ob es richtig ist, dafs, wie Dr. Nansen annimmt, mineralischer Staub in der Erdatmosphäre schwebt, und wenn wir diese Frage bejahen müfsten, so gelangen wir zu einer zweiten, woher rührt dieser Staub?

Ist er tellurischer Natur und durch irgendwelche Vorgänge und Katastrophen hinauf in den Luftozean geschleudert worden, oder ist er vielleicht kosmischer Natur und aus dem unendlichen Weltall zu uns gelangt?

Jedenfalls ist der Staub da, seine Existenz läfst sich nicht ableugnen.

Untersuchen wir also die zuerst aufgeworfene Frage bezüglich der tellurischen Natur dieses Staubes, und sehen wir zu, ob wir bei der Beobachtung irdischer Verhältnisse und Erscheinungen auf Ursachen stofsen, die uns das Vorhandensein dieses mineralischen Staubes in der Erdatmosphäre erklären könnten.

Im Jahre 1883 fand der Ausbruch eines kleinen, auf einer unbewohnten Insel der Sundastrafse liegenden Vulkans statt, durch den gegen 40 000 Menschen ihr Leben verloren.

Da nun mit dem Herbst des Jahres 1883 ungewöhnliche Himmelserscheinungen (die sogenannten „silbernen" Wolken, Dämmerungen, Ringe um die Sonne usw.) ihren Anfang nahmen und bis zum Frühjahr 1886 andauerten, so kam man auf die Idee, dafs zwischen dem Ausbruch des oben erwähnten Krakatoa-Vulkans und den beobachteten Phänomenen ein kausaler Zusammenhang bestehen müfste.

Man nahm an, dafs die betr. Erscheinungen den mannigfachen in der Atmosphäre feinverteilten Auswurfsprodukten ihre Entstehung verdankten.

Professor Wilhelm Foerster schrieb hierüber im „Preufsischen Normal-Kalender für 1890": „Als erwiesen kann jetzt zunächst in betreff des häufigeren und keineswegs in unmittelbaren Beziehungen zu vulkanischen Ausbrüchen stehenden Vorkommens von höchst glänzenden und farbenreichen Dämmerungserscheinungen in den Tropen folgendes gelten. Auch dort gehen diese Besonderheiten der Entwickelung, welche ganz und gar den von uns im Winter 1883 zu 1884 erblickten Herrlichkeiten gleichen, jedesmal ausschliefslich daraus hervor, dafs überaus kleine und gleichmäfsig gestaltete, feste Massenteilchen, welche zugleich die Kerne von Wassertröpfchen-Bildungen zu werden pflegen, in der Atmosphäre in genügender Menge und Dichte vorhanden sind. Derartige kleinste Massenteilchen stammen dort sowohl von vulkanischen Ausbrüchen als von den sehr fein zerteilten Staubmassen der grofsen, trockenen Wüsten- und Steppenflächen, werden emporgewirbelt und alsdann von den sehr regelmäfsigen Luftströmungen der Tropen andauernd verbreitet und getragen. . . . . .

. . . . . Die vulkanischen Ausbrüche selber spielen übrigens gerade in den Tropen hinsichtlich des Beitrages zu diesen feinsten Staubschichten auch keine geringe Rolle. Die Anzahl der tätigen Vulkane ist in den Tropen viel gröfser als in irgend einer anderen Zone, und die Regelmäfsigkeit gewisser Luftströmungen trägt dort, besonders wenn das Emporsteigen der Ausbruchsprodukte keine gröfseren Höhen erreicht, dazu bei, diese Massenteilchen wesentlich

in derselben Zone zu erhalten und mit einer gewissen Gleichmäfsigkeit zu verbreiten."

Man hat nun die Frage aufgeworfen, wie sich denn die lange Dauer des Schwebens dieser Teilchen in den oberen Schichten der Atmosphäre erklären lasse. Es ist hierbei zu beachten, dafs diese Körperchen, deren Dimensionen wohl nur ein Tausendstel Millimeter und darunter betragen, eine ziemlich lange Zeit (ganze Jahre!) brauchen, um beim Herabsinken in untere Schichten Strecken von einigen Kilometern zurückzulegen.

Wir sind demnach zunächst zu folgendem Resultat gelangt:

Es ist erwiesen, dafs Teilchen mineralischen Staubes in der Atmosphäre unseres Erdballs schweben, und es steht fest, dafs wenigstens ein Teil dieser Körperchen vulkanischen Ausschleuderungen sein Dasein verdankt.

Wir kommen nunmehr zur zweiten Frage. Ist es durch Beobachtung erwiesen, dafs kosmische Staubteilchen in unsere Atmosphäre gelangen?

Indessen möchte ich hier vor Erörterung dieser Frage noch auf einen Umstand hinweisen. Wir sprechen von „Staubteilchen" und verstehen darunter für unser Auge unendlich kleine Partikelchen. Der Begriff „klein" ist indessen doch nur ein relativer. Im Vergleich mit dem Milchstrafsensystem ist unser ganzer Erdball nur ein winziges Stäubchen.

Wir dürfen also bei der Beantwortung unserer Frage uns nicht ängstlich daran klammern, nur das Vorhandensein jener, für das Auge nicht wahrnehmbarer Teilchen nachweisen zu müssen. Es genügt schon, wenn wir zu dem Resultat kommen, dafs gröfsere, im Vergleich zu unserem Erdball aber noch immer höchst kleine Massen aus dem Weltenraum in unsere Atmosphäre gelangen.

Woher sollen aber diese Massen kommen? Ist denn der Weltenraum, abgesehen von den Sonnen und den um sie kreisenden Planeten, abgesehen von den Kometen, nicht leer?

Dieser Ansicht war beispielsweise der berühmte Mathematiker Laplace, und es ist dies die Ursache gewesen, wefshalb er bei seinen Bahnberechnungen zu dem Ergebnis gelangte, dafs die Erde und ebenso alle Planeten sich in regelmäfsigen Perioden abwechselnd um einen sehr kleinen Betrag der Sonne näherten, dann sich wieder von ihr entfernten, im ganzen aber stets in einer bestimmten mittleren Entfernung verharrten, die sich ewig gleich bliebe.

Heutzutage wissen wir jedoch, dafs unser Sonnensystem keine

ewige Dauer haben kann. Der Grund zu dem Irrtum Laplaces liegt eben darin, dafs er den Weltenraum für leer hielt.

Gegen diese Ansicht ist zunächst geltend zu machen, dafs wir zur Erklärung verschiedener Erscheinungen (Licht, Strahlwärme usw.) der Hypothese vom Äther bedürfen, also der Annahme, dafs sich in dem Raum zwischen den einzelnen Weltkörpern ein Medium befinde, dessen Aggregatzustand allerdings weder gasförmig, noch flüssig, noch fest, also für uns eigentlich unbegreiflich sei, und dafs der Äther mit der Materie in steter Wechselwirkung stehe.

So nimmt z. B. J. G. Vogt in seinem Werke „Das Wesen der Elektrizität und des Magnetismus auf Grund eines einheitlichen Substanzbegriffes" an, dafs eine einheitliche Substanz den Weltenraum kontinuierlich erfüllt und dafs durch Verdichtung derselben unendlich viele kleine Verdichtungszentren entstehen können.

Mit diesen Betrachtungen sind wir jedoch über das sichere Gebiet der Empirie in das der philosophischen Spekulation gelangt.

Nun ist es allerdings richtig, dafs sich die Naturwissenschaft den philosophischen Erörterungen nicht so streng verschliefsen darf, wie es beispielsweise von seiten der Hauptverfechter des Materialismus geschehen ist. Schleiden weist in seiner Schrift „Über den Materialismus der neueren deutschen Naturwissenschaft" darauf hin, dafs durch die absolute Ignoranz der damaligen Modephilosophen Schelling und Hegel bezüglich der Naturwissenschaft die Vertreter der letzteren der Philosophie begründetes Mifstrauen entgegenbrachten und ihr die Berechtigung des Eingreifens in die empirischen Wissenschaften absprachen.

Heutzutage hat sich dieser Standpunkt erheblich geändert, wenngleich die Philosophie noch immer von sehr vielen Naturforschern über die Achsel angesehen wird.

Diese Betrachtung mag unseren kurzen Ausflug auf das Gebiet der Spekulation rechtfertigen. Wir haben es jedoch durchaus nicht nötig, unsere Beweise auf diesem Gebiete zu suchen, sondern können dieselben dem von der Erfahrung und Beobachtung uns gelieferten Tatsachenmaterial entnehmen.

Wir waren zu der Frage gelangt, ob im Vergleich zu unserem Erdball kleine Massen im Weltenraum vorhanden seien und eventuell in unsere Atmosphäre eindringen könnten.

Bei der Erörterung dieser Frage offenbart sich uns die Tatsache, dafs sich jahrhundertelang auffällige Erscheinungen den Blicken der Menschen darbieten können, ohne soviel Aufmerksamkeit auf sich zu

ziehen, um eine genauere Untersuchung und Erforschung zu veranlassen.

Noch bis in das neunzehnte Jahrhundert hinein war man über die Natur der Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteore im Unklaren. Erst die Arbeiten des Mailänder Astronomen Schiaparelli haben bezüglich der physischen Beschaffenheit und der Gesetze dieser Erscheinungen soviel Aufklärung gebracht, dafs Schiaparelli mit vollem Recht von einer Theorie der Sternschnuppen reden konnte.

Die Wissenschaft lehrt uns nunmehr, dafs die Sternschnuppen Körperchen sind, die im Weltenraum umherschweifen und, falls sie in den Attraktionsbereich unserer Erde gelangen, auf dieselbe herabstürzen. (Wenn ich mich dabei des Ausdrucks „herabstürzen" bedient habe, so ist das natürlich nur mit Rücksicht auf den Standpunkt eines Erdbewohners zu verstehen. Im Weltraum selbst gibt es kein Oben und kein Unten. Es wäre daher auch wohl besser, wenn man stets vom Weltall, statt vom Weltenraum spräche, denn der Begriff „Raum" setzt mit Notwendigkeit körperliche Begrenzung voraus.)

Allerdings bedürfen trotz der eingehendsten Untersuchungen noch mancherlei Fragen bezüglich der Sternschnuppen und Meteoriten der Aufklärung. Namentlich ist das in bezug auf die eventuelle Identität beider Erscheinungen der Fall. Schiaparelli gelangte zu dem Ergebnisse, dafs die Gründe, die man gewöhnlich gegen die Identität der Sternschnuppen und Meteore anführe, allerdings keine zwingende Kraft besäfsen. Indessen war er der Ansicht, dafs die bei einigen Meteoriten beobachtete hyperbolische Geschwindigkeit mit Notwendigkeit dazu führe, den Ursprung der Meteoriten in die Welt der Fixsterne zu versetzen. Es sind nämlich bei solchen Phänomenen mehrfach Geschwindigkeiten innerhalb der Atmosphäre von mehr als 50 bis 70 km in der Sekunde berechnet worden. Die Folgerung, dafs ihre Geschwindigkeit im Weltall noch gröfser sei, liegt auf der Hand. Solch hohe Geschwindigkeiten können nur dann entstehen, wenn der betreffende Weltkörper bereits mit einer grofsen Geschwindigkeit in unser Planetensystem eingetreten ist. Dieser Umstand scheint also darauf hinzudeuten, dafs man bezüglich der Feuerkugelmeteore keine gemeinsame Herkunft mit den Kometen — wie dies bei den Sternschnuppenmeteoren der Fall ist — annehmen mufs. Der Ursprung der ersteren Phänomene mufs daher auf fernen Weltkörpern gesucht werden.

Eine strenge Scheidung der Gruppe der Feuerkugeln und der Meteore läfst sich nicht durchführen. Übrigens macht Professor

Foerster darauf aufmerksam, dafs für das Bestehen eines generellen Unterschiedes zwischen den Meteormassen, die in gröfseren Bruchstücken sofort bis auf die Erdoberfläche herabgelangten, und den meisten Sternschnuppenerscheinungen die Wahrnehmung spräche, dafs in den August- und November-Nächten nur höchst selten das Herabkommen von einzelnen metallischen oder mineralischen Massen in gröfseren Bruchteilchen beobachtet worden ist.

Verlassen wir jedoch das Gebiet dieser Fragen, die noch immer einer endgültigen Lösung harren, und fixieren wir nur diejenigen Sätze, die wir als absolut sicher betrachten können:

1. Es gibt einzelne Tage des Jahres, an denen Sternschnuppen in besonders grofser Zahl beobachtet werden können.
2. Beobachtet man einen solchen Sternschnuppenfall, so scheinen die einzelnen Schnuppen stets aus demselben Punkte des Himmels zu kommen (der Augustschwarm aus dem Sternbilde des Perseus, der Novemberschwarm aus dem des Löwen), welchen man den Radiationspunkt genannt hat.
3. Beobachtet man die Anzahl der Sternschnuppen in den einzelnen Nächten des Jahres, so zeigt es sich, dafs sie stets im Herbst am zahlreichsten sind.

Feuerkugeln und Meteore erscheinen viel seltener, doch ist ihre Zahl durchaus nicht so gering, wie man aus den spärlichen Beobachtungen und Mitteilungen über diese Phänomene schliefsen könnte. Die Seltenheit der Nachrichten beruht nur darauf, dafs die meisten Beobachter eine Mitteilung nicht für wichtig oder interessant genug halten, wenn die Erscheinung nicht eine ganz aufsergewöhnlich glänzende ist.

Es ereignet sich sehr häufig, dafs diese Feuerkugeln in der Luft mit heftigem Knall zerbersten und in mehr oder minder grofsen Bruchstücken zur Erde fallen. Bisweilen wurde sogar ein förmlicher, meilenweit sich erstreckender Steinregen gemeldet. Ein solches Phänomen hat man beispielsweise am 26. April 1803 bei der Stadt Aigle im französischen Departement de l'Orne beobachtet. In der Zeit von 1 bis 2 Uhr nachmittags fielen über 2000 Steine auf einer Fläche von 2 Meilen Länge und 1 Meile Breite nieder, von denen die meisten über 1 Pfund wogen; doch waren auch solche von 12 bis 18 Pfund darunter.

Dies Ereignis ist deshalb so wichtig, weil man durch dasselbe zur eingehenden Erörterung der Frage bezüglich des kosmischen Ursprungs der Meteore veranlafst wurde. Allerdings gelangte man

vorläufig zu einer falschen Schlufsfolgerung, indem man annahm, sie seien Auswurfsprodukte der Mondvulkane.

Auch zur Erklärung der Entstehung einfacher organischer Formen hat man die Meteorsteine verwendet.

Bekanntlich beschäftigt sich die Deszendenztheorie nicht sowohl mit dem Vorgang einer ersten Entstehung, als vielmehr mit der Art und Weise der Entwickelung eines bereits gegebenen Etwas. In bezug auf die erste Bildung einer organischen Urform läfst uns sowohl die Entwickelungslehre wie der Darwinismus (den man häufig irrtümlich mit ersterer identifiziert) in Stich. So hat schon Büchner darauf hingewiesen, dafs der Darwinismus eine auffallende Lücke aufweise, wenn es nicht gelänge, die Entstehung organischer Urformen auf natürlichem Wege nachzuweisen.

Thomson glaubte nun, die Versorgung der Erde mit organischen Keimen den Meteoriten zuweisen zu können. In bezug auf die erste Entstehung läfst uns jedoch diese Hypothese ebenfalls im Dunklen. Sie verlegt blofs die Werkstatt von unserem irdischen Gestirn in die unendlichen Räume des Weltalls. Immerhin bleibt dann noch der Einwurf, dafs die Glut, welche durch die Reibung des Meteoriten an unserer Atmosphäre hervorgebracht wird, das Leben dieser Keime sicherlich vernichtet hätte. Wir müfsten daher schon annehmen, dafs diese Keime frei im Weltall schwebten und sich gelegentlich auf die Erde senkten. Damit kommen wir zu der Büchner'schen Ansicht zurück, welche besagt, dafs „die Keime zu allem Lebendigen, versehen mit der Idee der Gattung, von Ewigkeit her, der Einwirkung gewisser äufserer Umstände harrend, im Weltenraume vorhanden gewesen und, indem sie sich nach Bildung und Abkühlung der Erde auf dieselbe niederliefsen, nur da und dann zufällig zur Ausbrütung und Entwickelung gekommen seien, wo sich gerade die äufseren notwendigen Bedingungen dazu vorfanden."

Mit bezug auf die Erklärung der Entstehung des Lebens können wir also die Meteore nicht verwenden. Man hat jedoch versucht, dieselben auf einem anderen Gebiete zur Lösung interessanter Fragen zu benutzen. Zunächst mufste man sich über ihr Auftreten, ihre Formen, ihre chemische Zusammensetzung klar werden, um dann die Frage nach ihrem Ursprung beantworten zu können. Alle darauf bezüglichen Untersuchungen haben die Annahme, dafs die Meteoriten ihre Gestaltung einer Zertrümmerung von Planeten durch einen Stofs verdanken, sehr unwahrscheinlich gemacht.

Viel natürlicher ist die Hypothese, dafs jene beobachtete Zer-

trümmerung, die manchmal ein Zerstäuben zu winzigen Partikelchen ist — man vgl. die ersten Absätze dieses Aufsatzes —, einer Wirkung von innen nach aufsen, also einer Explosion ihre Entstehung verdankt. Wir kämen also zu dem Schlusse, dafs der Vulkanismus eine kosmische Erscheinung sei und dafs alle Gestirne in ihrem Bildungsgange eine derartige Phase aufzuweisen hätten. Dann ist es sehr wohl möglich, dafs Gestirne mit sehr geringen Dimensionen zum Teil oder ganz zerstäubt und in einzelne Partikelchen aufgelöst worden sind.

Diese Untersuchungen haben allerdings mehr für den wissenschaftlichen Forscher als für die grofse Menge Interesse. Aber auch letztere ist dabei auf ihre Rechnung gekommen. Wenn heutzutage ein Astronom einem Laien Auskunft erteilt über die Stellung der Erde im Sonnensystem, über die Verteilung der Planeten und Trabanten, über die physischen Verhältnisse der einzelnen Weltkörper usw., dann kann er mit Bestimmtheit auf die Frage nach der Bewohnbarkeit derselben rechnen.

(Schluss folgt.)





Über Manganbronze.

Inhalt: 1. Entwickelung der Manganbronzefabrikation.
2. Festigkeitseigenschaften der Manganbronzen.
3. Herstellung von elektrischen Widerständen, die von der Temperatur unabhängig sind.
4. Magnetische Legierungen aus unmagnetischen Metallen.

Der grofse Aufschwung, den die Bronzeindustrie in den letzten Jahrzehnten genommen hat und die Wichtigkeit, die besonders die manganhaltigen Kupferlegierungen im Maschinen- und Instrumentenbau, bei der Anfertigung elektrischer Widerstandsmaterialien (Leitungsdrähte etc.) erlangt haben, gibt uns die Anregung zu einem kurzen Überblick über die Entwickelung der Manganbronzeindustrie und über die wesentlichsten technisch verwerteten oder verwertbaren Eigenschaften der Mangankupferlegierungen. (Vergl. Verhandl. des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleifses, Dez. 1903.)

1. Bekanntlich absorbiert Kupfer beim Schmelzen Sauerstoff unter Bildung von Kupferoxydul. Bei der Herstellung der gewöhnlichen Bronzen (Kupfer-Zinnlegierungen) wirkt dieses Kupferoxydul in aufserordentlich nachteiliger Weise auf die Festigkeitseigenschaften ein. Früher half man sich durch Zusatz von Phosphor, der als Phosphorkupfer in die Schmelze eingeführt wurde. Man erhielt die sogenannten Phosphorbronzen, die nach dem Vorhergesagten dann die besten Eigenschaften haben, wenn sie keinen Sauerstoff aber auch keinen Phosphor enthalten. Denn Phosphor beeinträchtigt die Geschmeidigkeit, macht spröde, so dafs man ihn bei schmied- und walzbaren Produkten gar nicht anwenden darf. Und dafs es nicht möglich ist, eine vollkommen phosphor- und sauerstofflose Bronze technisch herzustellen, braucht wohl kaum gesagt werden. Man suchte deshalb nach einem anderen, desoxydierend wirkenden Material, welches auch im Überschufs dem Kupfer beigemengt werden konnte, ohne seine Festigkeit und Geschmeidigkeit ungünstig zu beeinflussen. Im Jahre 1876 versuchte es C. Heusler auf der Isabellenhütte in

Dillenburg als erster, mit Mangan, und zwar in Form von Mangankupfer, mit einem Gehalt von ca. 30 % Mangan. (Mangan ist ein sprödes Metall von grau-weifslichem Glanz, chemisch dem Eisen verwandt, natürlich vorkommend als Manganspat $Mn\,CO_3$ und Manganit $Mn_2\,O_3, H_2\,O$).

Kupfer-Zinnlegierungen, die wenig Mangan, zuweilen auch Zink oder andere Metalle enthalten, nennt man Manganbronzen, während die schmiedbaren Messingsorten — ca. 40 Zink und 60 Kupfer bei einem Mangangehalt bis 2 % — unter dem Namen Deltametall, Westfaliabronze, Duranametall etc. in den Handel kommen.

2. Doch nicht nur als Zusatz, auch als konstituierender Bestandteil kann Mangan in Legierungen verwandt werden. Es gibt z. B. schmiedbare Mangan-Kupferlegierungen, die man nach dem Vorgange von C. Heusler mit dem Namen „reine Manganbronzen" belegt hat. Sie enthalten 4—5 %, zuweilen sogar 12 % Mangan und haben vor Kupfer den aufserordentlichen Vorzug, dafs ihre Festigkeit zwischen 15° und 300° fast gar nicht abnimmt, ein Umstand, der technisch z. B. dann von der gröfsten Bedeutung ist, wenn das Metall den Druck von überhitztem Dampf auszuhalten hat. Zur Erläuterung mag folgende kleine Tabelle dienen:

	Festigkeit in kg pro qmm	
Temperatur	Kupfer	Mangankupfer ca. 5 %
15°	23	35,9
300°	15	33,5

Mangankupfer mit 12 % Mangangehalt und mehr wird vielfach in England benutzt. Es hat eine Festigkeit von 40—52 kg, graue Farbe, ist schmied- und walzbar und zeichnet sich durch aufserordentliche Härte und Temperaturkonstanz aus. Die Herstellung von Gufsbronzen guter Festigkeit und Dichte, die gegen hohe Temperaturen widerstandsfähig sind, ist nicht so einfach, wie die der schmied- und walzbaren. Durch einen Kunstgriff gelang es Dr. Fr. Heusler, dem Sohn des obenerwähnten C. Heusler in Dillenburg, Gufsbronzen mit den genannten Eigenschaften herzustellen, nämlich durch Einführung von Aluminium in solchen Verhältnissen, dafs der Aluminiumgehalt die Hälfte des Mangangehaltes betrug. Diese Bronzen haben einen dichten gleichmäfsigen Bruch, lassen sich gut vergiefsen und werden zur Anfertigung von Stopfbüchsen und anderen Teilen von Heifsdampfmaschinen verwandt.

3. Wir wollen jetzt einen kurzen Blick auf zwei andere Eigenschaften der Mangankupferlegierungen werfen, die eine vielleicht noch

gröfsere Wichtigkeit besitzen, oder da ihre Erforschung zum Teil erst in allerneuester Zeit unternommen worden ist, besitzen werden, nämlich das Verhalten gegen den elektrischen Strom und gegen magnetische Einflüsse.

Der Amerikaner Weston (bekannt durch die nach ihm benannten Weston-Stromzeiger) entdeckte Mangankupferlegierungen, deren Widerstand im Gegensatz zu dem aller anderen Metalle mit steigender Temperatur abnahm. Er kombinierte derartige Legierungen mit Metallen von „positivem Temperaturkoëffizienten" und erhielt Widerstände, die von der Temperatur so gut wie unabhängig waren. Es trat aber beim Erwärmen ein anderer Übelstand auf: An der Berührungsstelle der beiden Metalle entstanden „thermoelektrische Kräfte", und diese sind bei feinen Instrumenten noch störender als Widerstandsveränderungen. (Erwärmt man in einem aus zwei verschiedenen Metallen bestehenden Kreis die eine Berührungsstelle bezw. Lötstelle, so entsteht stets eine thermoelektrische Spannung, deren Gröfse von der Natur der Metalle abhängt.) Jäger und Lindeck kamen daher auf die Idee, Manganlegierungen direkt so herzustellen, dafs sie den Temperaturkoëffizienten 0 hatten, d. h. ihren Widerstand nicht mit der Temperatur veränderten; denn irgendwo mufste ein Übergang zwischen den Legierungen mit positiven und negativen Temperaturkoëffizienten existieren. Versuche, die auf der Isabellenhütte auf Veranlassung der Reichsanstalt angestellt wurden, ergaben in der Tat, dafs es eine solche Legierung gab, und zwar von der Zusammensetzung 84 Kupfer, 4 Nickel, 12 Mangan. (Temperaturkoëffizient $\pm$ $^1/_{1000}$ Prozent; reine Metalle durchschnittlich $+$ $^4/_{10}$ Prozent!). Als äufserst günstig erwies sich der Umstand, dafs die Thermokraft dieser Legierung, welcher der Name Manganin beigelegt wurde, gegen Kupfer sehr klein ist, während der Widerstand ca. 25 mal so grofs ist als der des Kupfers. Alle diese Vorzüge bewirkten, dafs sich das Mangan gleich nach seiner Entdeckung sofort den ersten Platz als Normalwiderstandsmaterial eroberte. Heute produziert die elektrische Industrie wohl kaum Widerstände, die nicht aus diesem Material gefertigt wären. Um zu verhindern, dafs das Manganin (wie übrigens jede andere Legierung) sich mit der Zeit durch molekulare Umlagerungen verändert, wird es künstlich „gealtert", indem man es längere Zeit im Luftbad erhitzt; es bleibt dann vollkommen konstant.

4. Wir kommen jetzt zum Verhalten der Manganlegierungen gegen magnetische Einflüsse. Durch einen Zufall entdeckte Dr. Fr. Heusler in neuester Zeit (vergl. Berichte der Deutschen Physikalischen

Gesellschaft 1903), dafs Manganbronzen magnetisierbar sind. Heusler bearbeitete nämlich mit einem Stahlwerkzeug, welches, ohne dafs er es wufste, magnetisch war, eine Legierung von Mangan und Zinn, die er bei der Herstellung von Mangangufsbronzen verwenden wollte, und bemerkte, dafs die Feilspähne der Legierung an dem Werkzeug hängen blieben. Diese Beobachtung führte ihn zur näheren Untersuchung der Manganbronzen auf ihre magnetischen Eigenschaften hin. Doch davon weiter unten. Zunächst müssen wir uns vergegenwärtigen, was denn überhaupt so eigentümlich daran ist, dafs Manganbronzen magnetisches Verhalten zeigen. Es ist bekannt, dafs alle Körper gegen Magnetismus in irgend einer Weise reagieren, die einen stärker, die anderen schwächer. Man unterscheidet zwei Hauptklassen: „Paramagnetische" und „diamagnetische" Körper. Die ersten sind magnetisierbar: d. h. nähert man sie einem Magneten, so bilden sich gegenüber den Polen des Magneten die entgegengesetzten Pole aus, sie werden von beiden Polen des Magneten angezogen; die anderen dagegen werden von beiden Polen abgestofsen, sie stellen sich im magnetischen „Kraftfeld" senkrecht zur Richtung der magnetischen Kraft. Sehr stark paramagnetische Metalle nennt man „ferromagnetisch" und sagt, sie haben eine grofse „Permeabilität" für magnetische Kraftlinien. Wir kennen nur drei: Eisen, Nickel, Cobalt. Man kann sie sofort von allen übrigen Metallen dadurch unterscheiden, dafs sie von einem Handmagneten angezogen werden, während bei paramagnetischen Körpern gleicher Gröfse eine viel stärkere magnetische Kraft dazu gehört, um sie derartig kräftig zu magnetisieren, dafs sie sich zum Magneten hinbewegen. Solche paramagnetischen Metalle von schwächerer Permeabilität sind in absteigender Reihe: Mangan, Chrom, Cer, Platin, Palladium, Osmium. Diamagnetisch (der Diamagnetismus ist gleichfalls schwach) sind in absteigender Reihe: Wismut, Antimon, Zink, Zinn, Cadmium, Natrium, Quecksilber, Blei, Silber, Kupfer, Gold, Arsen, Uran, Rhodium, Iridium, Wolfram. Mangan ist, wie wir hier sehen, schwach paramagnetisch, Zinn sogar diamagnetisch, und doch existiert eine Zinn-Manganlegierung, die vom Handmagneten angezogen wird, also ferromagnetisch ist. Der geringe Eisengehalt des technisch dargestellten Mangans hat natürlich gar keinen Einflufs darauf, denn das technische Mangan ist so gut wie das reine vollkommen unmagnetisch. Noch interessanter wird das Phänomen durch die Tatsache, dafs es sogar Eisenmangane mit viel Eisen gibt, die fast unmagnetisierbar sind, z. B. der sogenannte Hadfieldstahl (mit 12 % Mangan und 1 % Kohle). Ja auch Legierungen ferromagnetischer Metalle sind

zuweilen unmagnetisch, z. B. die Legierung 25 Nickel : 75 Eisen. Eine wissenschaftlich-theoretische Erklärung ist zur Zeit für diese abnormen Fälle noch nicht gefunden worden. — Fahren wir in der Betrachtung der magnetischen Manganlegierungen fort: Als Heusler dies erwähnte Mangan-Zinn mit Kupfer zusammenschmolz, zeigte das so entstandene Mangan-Zinn-Kupfer ebenfalls ferromagnetische Eigenschaften (obgleich Kupfer diamagnetisch ist). Ferner ergab sich, dafs Manganaluminiumkupfer (hergestellt aus technisch gewonnenen 30% Mangankupfer und Aluminium) und die Auflösungen von Arsen, Antimon, Wismut, Bor in Mangankupfer, ebenfalls magnetisierbarer waren, am stärksten aber Manganaluminiumkupfer, dessen Magnetisierbarkeit bei einem bestimmten Aluminiumgehalt (auf diesen kommt es neben dem Wärmezustand der Legierung und der Art der Abkühlung hauptsächlich an) der des Gufseisens nahe kam. — Es mag hier ein eleganter Vorlesungsversuch erwähnt werden, der es gestattet, mit den einfachsten Mitteln die Magnetisierbarkeit von Manganlegierungen nachzuweisen: Man pulvert Manganmetall und Antimon und mengt die unmagnetischen Pulver gut durcheinander. Nun glüht man es in der Gebläseflamme in einem Kolben aus schwer schmelzbarem Glas. Das vorher graue Pulver sieht jetzt schwarz aus (es hat sich eine Legierung gebildet) und wird vom Magneten angezogen.

Eine praktische Anwendung der magnetischen Manganbronzen ist naturgemäfs wegen der Neuheit der Erfindung noch gar nicht versucht worden. Doch lassen sich von vornherein die Gesichtspunkte angeben, von denen man bei der Ausbeutung der wertvollen Entdeckung ausgehen wird. Da ist zunächst, wie schon oben angedeutet, die Abhängigkeit der Magnetisierbarkeit vom Wärmezustand. Beim Erhitzen auf höhere Temperaturen (z. B. bis zur dunklen Rotglut) verlieren manche der Manganbronzen ihre magnetischen Eigenschaften vollkommen, bei anderen kehren sie bei der Abkühlung wieder (Existenz eines „Umwandlungspunktes"). Durch Zusatz von Blei kann man diesen „Umwandlungspunkt" bis auf 70° herunterdrücken. Man könnte das z. B. für die Konstruktion von Sicherheits-Aus- und Einschaltern verwenden. Zu grofsen Hoffnungen für die Praxis berechtigt nach der Ansicht Dr. Heuslers die Herstellung magnetisierbarer Bronzefarben. Falls es gelingt, höhere Permeabilitäten zu erreichen, könnte man die Manganbronzen auch in der Transformatorenindustrie anwenden. Es hätte das den grofsen praktischen Vorteil, dafs die sogenannten „Hysteresisverluste", Verluste, die durch Festhalten des früheren Magnetismus beim Ummagnetisieren entstehen, sehr gering wären.

Die genauen Messungen und systematischen Untersuchungen, systematisch, soweit sich in eine solche Fülle von neuen Erscheinungen ein System bringen läfst, finden sich in der Arbeit von Haupt, Starck und Richarz, welche in den Berichten der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg Bd. 13 (5. Abt.) veröffentlicht sind. Dr. M. v. P.



Die **Fufsschiene.** Als „Umwälzung in der mechanischen Fortbewegung" bezeichnet ein hervorragender englischer Fachmann, Professor Hele-Shaw, eine neue Erfindung: die „Fufsschiene" (pedrail), „halb Zugmaschine, halb Lokomotive" deren Erfinder ein gewisser B. J. Diplock ist. Statt einer auf Schwellen befestigten, ruhenden Schiene, auf der Räder laufen, haben wir hier die Räder auf den Schwellen und die Schiene auf den Rädern. Die Räder tragen nämlich eine kurze Schiene, welche an dem in der Fahrt begriffenen Wagen befestigt ist. Die neue Vorrichtung besteht aus zwei Hauptteilen: der eine ist ein an den Radachsenkasten ohne Umdrehung angehängter Schienenweg, der andere eine Art runden Kastens, der gleitende Speichen, Wellen und „Füfse" so trägt, dafs die Wellen und Füfse auf dem Boden liegen und die Schiene über sie läuft. Mit der pedrail sind bereits praktische Versuche unternommen worden, und es hat sich bei diesen gezeigt, dafs sie ohne jeden Schaden über die steilsten Hügel, die gröfsten Steine und Holzbalken oder über Gruben und weichen Boden mit der gröfsten Leichtigkeit fahren kann. Sie kann in kein Loch sinken, das eine gewöhnliche Zugmaschine aufhalten würde. Und während die letztere den Strafsen so beträchtlichen Schaden zufügt, dafs sie vielfach verboten werden mufste oder schwerer Besteuerung unterliegt, gehört es zu den Eigenschaften der Fufsschiene, die Strafsen, die sie befährt, geradezu zu verbessern.

L. K—r.



Bewässerung des Sudans.

John Ward veröffentlicht in der Monatsschrift „Pages Magazine" einen glänzenden Artikel über die guten Wirkungen der Bewässerung, mit besonderer Berücksichtigung Ägyptens und des Sudans, welche Länder er genau kennt. Bezüglich Ägyptens erinnert er an Sir William Willcocks' Buch „In fünfzig Jahren", worin die wahrscheinlichen Ergebnisse der Vollendung des begonnenen

Bewässerungssystems dargelegt werden. Das in Angriff genommene Netz von Kanälen, Pumpen, Wehren usw. wird das Ackerland, das im Laufe der Zeit unfruchtbar geworden, allmählich wieder auf den Stand der Römerzeit bringen, in welcher Ägypten die Kornkammer Roms und doppelt so stark bevölkert war als es heute ist. Was den Sudan betrifft, so mufs, da dort ganz andere Verhältnisse obwalten als in Ägypten, die Bewässerung andere Wege gehen — mehr gleich den in Vorderindien eingeschlagenen, denn der Nil tritt hier nicht aus den Ufern wie in seinem nördlichen Lauf, sondern fliefst in einem tiefliegenden Bett dahin. Einst dicht bevölkert und wohlhabend, ist der Sudan jetzt längst unfruchtbar und — bis auf einige wenige armselige Städte und Dörfer — verlassen. Ward führt in anziehender Weise aus, wie eine gute Bewässerung die alte Ertragsfähigkeit des Bodens wiederherstellen könnte. Die Hauptsache wäre die Nutzbarmachung des dritten und des vierten Katarakts durch die Errichtung von Wehren und Schiffahrtsschleusen, sowie die Ausbeutung des fünften Katarakts von Abu Hamid an zur Erzielung einer Ganzjahrbewässerung. Willcocks will ein „neues Ägypten" schaffen in der einst üppig angebauten und reich bevölkerten Gegend zwischen Atbara und Chartum, der einstigen Meroe-Insel, die gegenwärtig lediglich von Wild bewohnt ist. Die Kosten der Bewässerung der Strecke von Atbara bis zum Blauen Nil werden auf 10 Mill. Lstrl. geschätzt. Dieses Kapital würde etwa 800 000 ha fruchtbaren Ackerbodens im Werte von rund 50 Lstrl. pro Hektar schaffen, also einen Wert von 40 Mill. Lstrl. Ja, aber die nötige Einwohnerschaft — woher? In dieser Hinsicht teilt Ward die Meinung Willcocks, dafs die Fellahin, wenn das Land einmal wieder kulturfähig ist, sich gern darauf ansiedeln werden. Der heutige Verlust, der der ägyptischen Verwaltung aus dem Sudan erwächst, beträgt jährlich 400 000 Lstrl., was, zu 4 % kapitalisiert, 10 Millionen ergibt. „Eine richtige Bewässerung des Sudans würde sofort jedem Verlust vorbeugen, bald grofsen Gewinn bringen und Ägypten auf immer gegen Hungersnot und Überschwemmung sicherstellen." L. K—r.



Feuerwehr und elektrische Leitung. Der gefahrvolle Beruf der Feuerwehrmänner ist durch Drähte mit hochgespanntem Strom noch gefährlicher geworden, wenigstens dort, wo es sich um Oberleitungen handelt. Da solche Drähte zuweilen den Zugang zu

brennenden Gebäuden verwehren, müssen sie abgehauen werden, und das birgt grofse Gefahren. Noch schlimmer ist, dafs das Wasser aus der Tülle des Schlauchs, den der Mann in der Hand hält, ihm einen Schlag versetzen kann, wenn ein Hochspannungsdraht in nächster Nähe ist. Eigens angestellte Versuche haben ergeben, dafs ein vom Wasserstrahl 30 cm entfernter Wechselstromdraht von 6000 Volt einen Schlag vermittelt. Wird, was bei Feuerlöschapparaten nicht selten vorkommt, kohlensäurehaltiges Wasser verwendet, so kann der elektrische Schlag sogar 1 m weit gefühlt werden. Bei 550 Volt — der bei Strafsenbahnen üblichen Spannung — tritt ein Schlag erst in einer Nähe der Tülle von $7^1/_2$ cm ein. L. K.



Der XV. Deutsche Geographentag wird in der Pfingstwoche am 13., 14. und 15. Juni in Danzig abgehalten. Als Hauptberatungsgegenstände sind in Aussicht genommen: Südpolarforschung, Vulkanismus, Morphologie der Küsten und Dünenbildung, Landeskunde Westpreufsens und des Nachbargebiets, schulgeographische Fragen. Anmeldungen von Vorträgen sind bis zum 15. Mai an den Vorsitzenden des Ortsausschusses, Professor Dr. H. Conwentz, Direktor des Provinzialmuseums in Danzig, zu richten. Mit der Tagung wird eine geographische Ausstellung verbunden sein, ferner sind Exkursionen in das Weichsel- und Küstengebiet sowie in die Höhen- und Seenlandschaft von Karthaus geplant. Anmeldungen zur Teilnahme sind unter Einsendung des Betrages von 10 M. für ständige Mitglieder und 6 M. für Teilnehmer an den Generalsekretär des Ortsausschusses, Professor v. Bockelmann in Danzig (Langgasse 56), zu richten.





Pizzighelli: Handbuch der Photographie. Band II: Die Photographischen Prozesse, dargestellt für Amateure und Touristen.

Das Pizzighellische Handbuch ist so wohlbekannt und allgemein verbreitet, dafs eine besondere Empfehlung überflüssig erscheint. Die dritte Auflage ist von Mischewski bearbeitet und namentlich im theoretischen Teil nicht unwesentlich erweitert. Die Chemie der Entwickler erscheint recht vollständig, sie stellt aber wohl an das Auffassungsvermögen des Amateurs, der doch in den weitaus meisten Fällen nicht Chemiker ist und dem daher fast alle Vorkenntnisse fehlen, zu hohe Ansprüche. Dem Fachmann dürfte dagegen die Wiedergabe der Konstitutionsformeln sehr angenehm sein. Weiterhin findet man alle Einzelheiten des Negativ- und Positivprozesses, der Retusche usw. mit gröfster Ausführlichkeit besprochen. Niemand wird auf irgend eine Frage ohne Antwort bleiben. Dabei ist das Buch aber weit entfernt, dem Leser allzuviel Konzessionen zu machen und nichts zu sein, als ein Abdruck der Fabrikkataloge mit unterlegtem Text. Stets tritt neben dem Wie auch das Warum in sein gutes Recht, und über allen Anweisungen und Rezepten steht stets die Wissenschaft. Pizzighellis Handbuch wird, wie bisher, allen Jüngern und Freunden der schönen Lichtbildkunst ein guter Freund und Berater sein. D.

Verzeichnis der der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.

Pabst, W., Abbildungen und kurze Beschreibungen der Tierfährten aus dem Rotliegenden Deutschlands. Lieferung 1. Tafel I—XII. Gotha, Fr. Andr. Perthes, 1904.

Prinz, W., Étude de la forme et de la structure de l'éclair par la photographie. Bruxelles, 1903.

Publications of the Astronomical Laboratory at Groningen. Edited by Prof. J. C Kapteyn. No. 12 and No. 13. Groningen, Hoitsema Brothers, 1904.

Rapport sur le Concours de Réglage de Chronomètres de l'année 1903. Présenté à la Classe d'Industrie et de Commerce, le 21 mars 1904, par le Prof. Gautier.

Reichelt, J., Aus Heimat und Fremde. Eine Tierkunde zur Vorbereitung für Lehrer und Seminaristen. 2. bis 3. Tausend. Dresden, C. C. Reinhold & Söhne, 1904.

Réthly, A., Bericht über die Tätigkeit der Kgl. Ung. Reichsanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus und des Observatoriums in O-Gyalla im Jahre 1902. Budapest, 1903.

Riehl, A., Hermann von Helmholtz in seinem Verhältnis zu Kant. Berlin, Reuther & Reichard, 1904.

Schubert, Joh., Der Wärmeaustausch im festen Erdboden, in Gewässern und in der Atmosphäre. Mit 9 Tafeln. Berlin, Jul. Springer, 1904.

Schubert, Th., Die Ursachen aller Bewegungen der Himmelskörper gesetzmäfsig nachgewiesen. Bunzlau, G. Kreuschmer, 1904.

Schütz, L. H., Die Fortschritte der technischen Physik in Deutschland seit dem Regierungsantritt Kaiser Wilhelm II. Berlin, Gebr. Borntraeger, 1904.

Schwalbe, B., Grundrifs der Astronomie. Beendet und herausgegeben von H. Böttger. Mit einem Lebensbild des Verfassers von E. Schwalbe. Mit 170 Abbildungen u. 13 Tafeln. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1904.

Siebert, A., Handbuch der Erdbebenkunde. Mit 113 Abbildungen und Karten im Text. Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn, 1904.

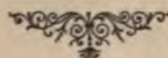
Veröffentlichungen des Hydrographischen Amtes der Kaiserlichen und Königlichen Kriegs-Marine in Pola. Gruppe I. Nächtliche Kimmtiefen-Beobachtungen zu Verudella. Ausgeführt 1902/03 Pola 1904.

Wachter, W., Das Feuer in der Natur, im Kultus und Mythus, im Völkerleben. Leipzig, Hartlebens Verlag, 1904.

Weltall und Menschheit, Naturwunder und Menschenwerke. Geschichte der Erforschung der Natur und Verwertung der Naturkräfte. Herausgegeben von Hans Kraemer, in Verbindung mit hervorragenden Fachmännern. Lieferung 33—52. Berlin, Deutsches Verlagshaus Bong & Co.

Zell, Th., Ist das Tier unvernünftig? Neue Einblicke in die Tierseele. Stuttgart, Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde.

Zimmermann, R., Die Mineralien. Eine Anleitung zum Sammeln und Bestimmen derselben nebst einer Beschreibung der wichtigsten Arten. Mit 8 Tafeln. Halle a. S., H. Gesenius, 1904.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Blumengärten mit Streptocalyx angustifolius im Überschwemmungswald bei Iquitos (Peru)

Nach photographischer Aufnahme von E. U e. 1903.





Die Blumengärten der Ameisen am Amazonenstrom.[1])

Von E. Ule in Berlin.

Im Haushalte der Natur hängen Pflanzen und Tiere voneinander ab und haben unter sich oft viele Wechselbeziehungen. Diese Abhängigkeit voneinander wird im tropischen Urwalde noch gröfser, wo sich vielfach ein reiches Leben mit einer eigenen Flora und Fauna entwickelt hoch über dem Boden, in den Kronen der Bäume. Am Amazonenstrome sind es neben Affen, Papageien und anderen Tieren besonders auch die kleinen Tiere, welche, wenn auch weniger auffällig, im Vegetationsleben der Bäume von Bedeutung sind, und unter diesen spielen die Ameisen eine der gröfsten Rollen. Wohl nirgends auf der Erde kommen die Ameisen in solcher Fülle und Mannigfaltigkeit vor.

Im dichten Pflanzengewirr stöfst man hier überall auf Ameisen, die oft Blatt- oder Schildläusen nachgehen oder von extrafloralen Nektarien angelockt werden. Ein grofser Teil von Pflanzen bietet auch den Ameisen in den Hohlräumen der Achsengebilde oder in blasenförmigen Anschwellungen des Blattstiels und der Blätter Wohnräume. Oft gibt es ganze Bestände dieser sogenannten Ameisenpflanzen wie die Cecropienwälder, welche auf neu angeschwemmtem Lande entstehen.

Die Schleppameisen, Atta, zerschneiden die Blätter vieler Bäume, Sträucher und Pflanzen und schleppen die Stückchen auf ihren Zügen in ihre oft gewaltigen, meist unterirdischen Bauten. Die Blattstückchen dienen aber nicht den Ameisen, die auch Blattschneider genannt werden, zur Nahrung, sondern werden, wie Alfred Möller eingehender

[1]) Frühere und ausführliche Mitteilungen finden sich in den Verhandlungen der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Breslau 1904 und in den Vegetationsbildern von Karsten und Schenck, Serie 3 Heft 1.

nachgewiesen hat, zur Kultur eines Pilzes verwendet, der sich in dem innersten, zubereiteten Klumpen entwickelt. Diesen Klumpen nannte er Pilzgarten, denn durch Pflege und Zucht veranlassen die Ameisen, dafs sich in ihm Conidienhäufchen, das sind weifse Körperchen, die sogenannten Kohlrabihäufchen, bilden, von denen sie sich ernähren. Zuweilen entwickelt sich aus dem Pilzgarten ein echter Hutpilz, Rozites gongylophora. Diese Schleppameisen ziehen und kultivieren ein niederes Gewächs, einen Pilz, wir aber wollen uns nunmehr solchen Ameisen zuwenden, welche die Kultur von höheren Gewächsen, von Blütenpflanzen, betreiben.

In tropischen, feuchtwarmen Wäldern sind die Kronen der Bäume oft bewachsen von allen möglichen Pflanzen, wie z. B. von vielen Orchideen, Bromeliaceen, Araceen, Farnen, Bärlappen und anderen Gewächsen, welche dort genügende Nährstoffe und Feuchtigkeit finden. Man nennt diese Pflanzen Epiphyten, Luftpflanzen oder auch falsche Schmarotzer.

Solche Pflanzen müssen, aufser dafs sie für ihren luftigen Aufenthalt besonders gebaut und ausgerüstet sind, auch Samen oder Sporen besitzen, die leicht auf die Bäume gelangen können, und dies wird auf zweierlei Weise erreicht. Bei einigen Pflanzen, wie Farnen und Orchideen, sind die Samen sehr klein und leicht, oder haben eine Haarkrone wie ein Teil der Bromeliaceen, so dafs sie leicht vom Winde weggeführt werden können. Bei anderen sind die Samen mit einem saftigen Fruchtfleisch umgeben, weshalb sie von den Vögeln gern verzehrt, um dann, meist durch deren Exkremente, auf Ästen abgelagert zu werden. Viele Bäume sind auch noch überzogen mit mancherlei Lianen.

Aufser diesen Epiphyten und Lianen, die nicht immer zum Charakter der Amazonaswälder gehören und stellenweise auch fehlen, fallen daselbst auf Bäumen oft eigentümliche Ameisennester auf, die von Pflanzen durchwachsen oder auch überwuchert sind. Es sind darunter besonders Bromeliaceen, Gesneriaceen, Araceen und einzelne Arten anderer Familien vertreten. Vielfach gleichen diese üppigen Pflanzenknäueln oder schwebenden Blumenampeln. Den Einwohnern sind diese Ameisennester unter dem Namen „Tracuá“ bekannt, auch sind sie gewifs schon von Reisenden beobachtet worden, ohne dafs sie einer derselben näher untersucht hat.

Betrachtet man diese oft kolossalen Bauten mit dichtem Pflanzengewirr, so könnte man vielleicht auf die Vermutung kommen, dafs sich die Ameisen hier nachträglich zwischen Epiphyten angesiedelt hätten.

Auffallend bei diesen Ameisennestern ist jedoch, dafs sie von
ner Reihe von Pflanzenarten bewohnt werden, die sonst weder als
iphyten noch auf dem Boden vorkommen und dafs diese Pflanzen
grofser Menge beisammen wachsen, wie namentlich die zahlreichen
impflanzen zeigen, die oft aus jungen Nestern hervorspriefsen. Da



Fig. 1. **Erste Anlage eines Blumengartens von Camponotus femoratus bei Manáos.**
Nach photographischer Aufnahme von E. Ule. 1901.

lle diese Pflanzen Beerenfrüchte tragen, so wäre anzunehmen, dafs
diese durch die Exkremente der Vögel auf Bäumen und Sträuchern
Verbreitung finden, wenn nicht ihr massenhaftes Auftreten dagegen
sprechen würde. Noch unwahrscheinlicher wird diese Annahme aber,
wenn man die Stellen untersucht, wo die Ameisennester angelegt sind,
denn an vielen derselben wachsen die Epiphyten gewöhnlich nicht.
Es ist vielmehr nur möglich, dafs die Ameisen selbst die Samen an

geeignete Stellen auf die Bäume geschleppt haben. Dafür sprechen auch die zahlreichen neuen Kolonien, welche auf manchen Bäumen angelegt worden sind, und die Schlupfwinkel und Höhlungen, in welchen die Samen oft untergebracht werden. So wurden junge Pflanzen, aus hohlen Stengelgliedern hervorkeimend, angetroffen, die schon von den Ameisen mit etwas Erde versorgt waren. Schliefslich sind auch Versuche gemacht worden, um diese Erscheinung zu beweisen. An Stellen, wo die Ameisen vorbeiliefen, wurden nämlich Beeren einer Gesneriacee und Bromeliacee, die in den Nestern wuchsen, ausgequetscht. Die Ameisen stürzten sich nun gierig über die Stellen her, saugten erst den Saft auf und schleppten dann die Samen in ihre Schlupfwinkel.

Wir haben es hier also mit von Ameisen gezüchteten Pflanzen zu tun, welche mit den echten Epiphyten nur das Leben im luftigen Element gemeinsam haben und deshalb den Namen Ameisenepiphyten erhalten haben. Die Nester mit den von den Ameisen kultivierten Pflanzen wurden in Analogie mit den Pilzgärten der Ameisen Blumengärten der Ameisen genannt. Allerdings zeichnen sich viele dieser Kulturpflanzen nicht durch ihren Blütenschmuck aus; es kommt hier jedoch vornehmlich auf einen passenden Ausdruck an, der sich den Pilzgärten gegenüberstellen läfst.

Unter den die Blumengärten bewohnenden Ameisen kommt eine gröfsere und eine kleinere Art vor, welche sich sowohl im Nestbau als auch in der Züchtung der Kulturpflanzen unterscheiden. Die gröfsere Ameise, Camponotus femoratus, ein mittelgrofses Tier von etwa 7 bis 8 mm Länge, ist der Arbeiter,[2]) hat plumpen Körperbau, schwarzbraune Farbe und starke Beifszangen, doch ist ihr Bifs weniger schmerzhaft, als man erwarten sollte. Sie gehört zu einer Gattung, welche in Südamerika sehr verbreitet ist und auch Arten enthält, welche auf Bäumen kunstvolle Nester bauen. Camponotus femoratus wurde schon vor hundert Jahren, 1804, entdeckt, ohne dafs man ihre Lebensweise kannte.

Die Nester von Camponotus sind meist hoch oben auf den Bäumen angelegt, finden sich jedoch auch auf Strauchwerk mehr oder weniger nahe dem Boden (Fig. 1 u. 2). Die ersten Anlagen dieser Nester bilden formlose Anhäufungen von Erde, die mit ziemlich

---

[2]) Die geflügelten Geschlechtstiere, namentlich die Weibchen, sind, wie bei den meisten Ameisen, bedeutend gröfser als die Arbeiter, welche verkümmerte Weibchen darstellen.

einfacher, erdiger Kartonhülle umgeben werden. Oft bestehen sie nur aus den erdigen Überdeckungen der in Ritzen und Höhlungen versteckten Samen und erreichen, bevor die Pflanzen ausgewachsen sind, gewöhnlich nur Faustgröfse. Bald sprossen aus dem Neste überall Keimpflanzen hervor, deren Samen von den Ameisen hingeschleppt



Fig. 2. **Der vorige Blumengarten** (Fig. 1) **in nahezu natürlicher Gröfse.**
Nach photographischer Aufnahme von E. Ule. 1901.

worden waren, und entwickeln sich zu stattlichen Pflanzen. Immermehr Erde wird nun von den Ameisen hinzugetragen und die zarten Wurzeln werden sorgfältig damit umgeben, so dafs es den Pflanzen nicht an Nährstoffen fehlt und sie sich zu gewaltigen Knäueln entwickeln können. Von den zahlreichen Keimpflanzen sterben viele aus Mangel an Raum ab sie dienten im Anfange nur zur Befestigung. In den Nestern von Camponotus femoratus finden sich immer nur be-

stimmte Arten von Pflanzen, unter denen einzelne besonders charakteristisch sind.

Eine der wichtigsten dieser Pflanzen ist Streptocalyx angustifolius, eine Bromeliacee und Verwandte der Ananas, welche einen dichten Büschel schmaler, fleischiger und bedornter Blätter, die oft über 3 m lang werden, entwickelt. Die kopfförmige, eingesenkte Rispe besitzt weiſse Blüten. Diese Bromeliacee ist einer der verbreitetsten und besonders typischen Ameisenepiphyten, der auch die mächtigsten Gärten darstellt (Fig. 3).

Ebenso verbreitet in den Blumengärten, aber nicht ganz so häufig wie die vorhergehende Bromeliacee, ist Aechmea spicata. Die breiten, stark bedornten Blätter bilden eine wenigblätterige Rosette, aus der die Rispe mit schön roten Deckblättern und gelben Blüten hervorragt.

Zwischen diesen Bromeliaceen und einigen anderen Pflanzen, zuweilen allein, wächst häufig eine Gesneriacee, Codonanthe Uleana, deren nächste Verwandten die Gloxinien unserer Gewächshäuser sind, wenngleich sie sich nicht wie diese durch besonderen Blütenschmuck auszeichnet. Die kleinen glockenförmigen Blumen sind weiſs mit Violett und Gelb. Die reich verzweigten, dicht mit kleinen, fleischigen Blättern besetzten Stengel treiben oft Wurzeln und bieten so an passenden Stellen Gelegenheit zu neuer Anlage von Ameisennestern. In Lagen, wo diese Gesneriacee so recht dem Lichte und der Luft ausgesetzt ist, nimmt sie auf der Unterseite der Blätter oder auch auf beiden Seiten eine rötliche Färbung an.

Aus der Familie der Aroideen wird ein Anthurium und ein Philodendron in den Nestern von Camponotus gezüchtet. Das Philodendron myrmecophilum ist eine gröſsere Pflanze mit herzpfeilförmigen Blättern und langen, oft angeschwollenen Blattstielen. Es kommt meist an etwas schattigen Stellen vor und bildet riesige Gärten, an denen die oft armdicken Rhizome unten sichtbar sind, welche sich eigentümlich nach der Form der Nester krümmen. Wie viele baumbewohnenden Araceen treibt auch diese Art bindfadendicke Nährwurzeln nach dem Boden. Die andere Aroidee, Anthurium scolopendrinum, ist weit kleiner und findet sich in den Blumengärten meist zwischen den anderen Pflanzen, über welche die lederartigen lanzetteiförmigen Blätter hervorragen.

In ähnlicher Weise kommt auch eine Piperacee, nämlich Peperomia nematostachya vor, welche dann ihre langen Zweige in den Gärten nach unten hängen läſst. Öfter findet man auch eine Kaktee, Phyllocactus phyllanthus, als Kulturpflanze der

Blumengärten. Diese Kaktee besitzt blattartige Glieder und langröhrige Blüten mit kleinem Kronensaum.

Diese hier aufgeführten sieben Pflanzen wachsen selten allein, sind vielmehr meist zu mehreren in den Blumengärten vergesellschaftet. Häufig findet man die Bromeliaceen Streptocalyx angustifolius



Fig. 3. **Ausgewachsener Blumengarten mit Streptocalyx angustifolius und einigen anderen Pflanzen bei Iquitos (Peru).**
Nach photographischer Aufnahme von E. Ule. 1902.

und Aechmea spicata mit Codonanthe Uleana zusammen, dazu gesellt sich zuweilen noch Anthurium scolopendrinum und Peperomia nematostachya (Fig. 4).

Auch Philodendron myrmecophilum vereinigt sich öfter mit Codonanthe Uleana und anderen Ameisenepiphyten. Die verschiedenen Pflanzen nützen nun gegenseitig den Platz in einem Garten möglichst aus. So nehmen Bromeliaceen und Anthurium mehr das

Zentrum des Nestes ein. Codonanthe und Kaktee breiten sich nach aufsen aus und Peperomia hängt mit ihren langen Zweigen abwärts.

In etwas verschiedener Weise legt die kleinere Ameise ihre Nester an, indem sie dieselben an mehr schattigen Stellen und nie sehr hoch über dem Boden baut. Sie gehört zur Gattung Azteca, welche als Bewohner der Cecropia bekannt ist, und von der viele Arten in anderen Ameisenpflanzen vorkommen. Die Azteca-Arten sind bedeutend kleiner als Camponotus femoratus; sie sind 2 bis 3 mm lang, von heller, braunroter Farbe, und ihr Bifs wird nur unangenehm, wenn man von vielen Tieren überfallen wird. Am verbreitetsten in den Blumengärten ist Azteca traili, sonst sind noch Azteca ulei und olitrix als Verfertiger derselben gefunden worden.

Während die Nester von Camponotus femoratus auf Bäumen in Höhen von 20—30 Metern vorkommen, sind diejenigen der Azteca kaum höher als 5 Meter angetroffen worden. Auch ist Camponotus nicht sehr wählerisch mit den Bäumen und Sträuchern, auf denen die Nester angelegt werden, denn man findet sie auf allen möglichen Gehölzen, und selbst kleine Sträucher, wie Cecropia und Palmen werden dazu nicht verschmäht.

Dagegen scheinen die Azteca-Arten Bäumchen oder Sträucher mit kandelaberartigem Wuchs (das ist quirlförmiger Anordnung der Zweige) wie Guatteria (eine Anonacee) vorzuziehen, sodann auch Tococa guianensis und Cordia nodosa, welche an sich schon Ameisenpflanzen sind.

Merkwürdig ist, dafs die Ameisen, welche die Schläuche der betreffenden Pflanzen bewohnen, mit den Ameisen, welche die Blumengärten anlegen, teilweise übereinstimmen. Es ist hier nur anzunehmen, dafs bei dem Bedürfnisse nach gröfseren Wohnräumen die betreffenden Azteca-Arten sich zu Verfertigern künstlicher Nester ausbildeten.

Die Nester dieser Azteca-Arten sind kugelrund, von Faust- bis Kindskopfgröfse, aus einer erdigen Kartonmasse bereitet, aufsen porös, dabei fester und kunstvoller als die von Camponotus femoratus. Auch aus ihnen spriefsen bald eine Menge Keimpflanzen, besonders nach einem Regen hervor, die gröfser werden und auswachsen; jedoch einen solchen Umfang wie die früher beschriebenen Nester nicht erreichen. Auf dem Bilde (Fig. 5) befinden sich auf Tococa mehrere Blumengärten.

In dem oberen, fast kugelrunden Garten sieht man nur Keimpflanzen, darunter einige Anfänge von Nestern, und in dem unteren

Garten haben sich schon ein junges Philodendron myrmecophilum und eine Ficus myrmecophila entwickelt.

Die in den Blumengärten der Azteca-Ameisen bis jetzt beobachteten Pflanzen sind folgende: Zunächst ist das oben erwähnte Philodendron myrmecophilum anzuführen, die einzige Pflanze,



Fig. 4. **Entwickelter Blumengarten mit Aechmea spicata und Codonanthe Uleanea auf einem Strauch bei Manáos.**
Nach photographischer Aufnahme von E. Ule. 1903.

welche in beiden Arten von Blumengärten gepflegt wird und in den Gärten der Azteca-Arten noch häufiger ist.

Unter den Bromeliaceen kommt ein Nidularium myrmecophilum vor. Dies ist eine kleinere Art mit meist schmalen, etwas fleischigen Blättern, die in einer Rosette stehen, in deren Mitte sich eine eingesenkte, verkürzte Rispe mit kleinen weifsen Blüten befindet.

Dieses Nidularium entwickelt reichlich Ausläufer und findet sich besonders in den Überschwemmungswäldern.

Von Gesneriaceen kommt zunächst eine Codonanthe formicarum in Betracht, welche der vorher erwähnten Codonanthe Uleana sehr ähnlich ist, aber immer ganzrandige Blätter und rein weifse Blüten hat. Zwei weitere Gesneriaceen, von denen die eine grofse, fleischige Blätter trägt, liefsen sich nach dem vorliegenden Material noch nicht bestimmen.

Auch zwei merkwürdige Vertreter weist die Familie der Solanaceen auf, von der Epiphyten sonst kaum in Brasilien vorkommen. Marckea formicarum wird meist strauchartig und entwickelt an den Wurzeln Knollen, die als Wasserspeicher zum Schutze gegen Austrocknung dienen. Die grofsen, verkehrt eiförmigen, lang zugespitzten Blätter sind hautartig und am Rande lang gewimpert, die grofsen, glockenförmigen Blüten von gelblich weifser, innen violett gezeichneter Farbe erscheinen einzeln am Ende der Zweige. In den Ameisennestern liegen die haselnufsgrofsen, aber länglichen Knollen von Marckea formicarum oft frei zutage, während die zarten Wurzeln von den Tieren mit Kartonmasse und Erde umhüllt sind.

Die zweite Solanacee ist Ectozoma Ulei, welche wie die vorige strauchartig wird und ihre kleineren, etwas fleischigen Blätter in drei blätterigen Quirlen entwickelt. Die Blüten entstehen in reichblütigen cymösen Trauben meist am Ende der Zweige. Die kleinen, glockenförmigen Blumenkronen sind von unscheinbarer, grünlich gelber Farbe. Bald treiben die schlanken, beblätterten Stengel Wurzeln, die Veranlassung zu einem neuen Ameisennest bieten, bald entwickeln sich auch, an die Unterlage angeheftet, lange, fadenförmige Stränge, die in Abständen öfter Blütentrauben, aber keine Blätter tragen.

Auch aus der Familie der Moraceen befindet sich eine wilde Feigenart als Vertreter in den Gärten, nämlich Ficus myrmecophila, die oft baumartig wird. Nach Art der epiphytischen Feigenarten sendet diese, nachdem sie sich in den Ameisennestern hinlänglich entwickelt hat, Nährwurzeln nach dem Boden. Aufserdem treibt Ficus myrmecophila auch Äste, die den Stützbaum mit besonderen Wurzeln umklammern und ihn auch überwuchern, so dafs sie dadurch der eigentliche Träger der neu angelegten Blumengärten von verschiedenen anderen Pflanzen wird. Oft auch veranlassen die Ameisen durch Herbeischaffen von Erde an gewissen Stellen die Pflanze zur Bildung von Wurzelballen, ähnlich wie sie Topfpflanzen, die für ihr Wurzelsystem auf zu engen Raum beschränkt waren, entwickeln; und diese werden zu

ihren Nestern auch benutzt. Die hier aufgeführten acht Ameisenepiphyten wachsen ebenfalls oft zu mehreren in einem Garten zusammen, namentlich sieht man Codonanthe formicarum meist mit anderen Pflanzen vereint.

In den zwei Arten der Blumengärten kommen vierzehn Pflanzenarten vor, von denen nur Philodendron myrmecophilum beiden



Fig. 5. **Blumengarten von Azteca traili am Pongo de Cainarachi (Peru).**
Nach photographischer Aufnahme von E. Ule. 1902.

gemeinsam ist. Von den sieben Kulturpflanzen von Camponotus femoratus waren drei, und von den acht Kulturpflanzen der Azteca-Arten alle neu für die Wissenschaft.

So verschieden nun auch die Blumengärten der zwei Ameisengattungen sind, so stimmen sie doch in dem Nutzen, den sie ihren Bewohnern verschaffen, überein. Beiden bieten in der Tat die Blumengärten durch das üppige Blattwerk und das dichte Wurzelgeflecht der

Pflanzen einen festen Halt für ihre Nester, der namentlich bei den am Amazonenstrome herrschenden, starken Regenfällen erforderlich ist. Bei den Blumengärten erweitern sich die Nester durch das Auswachsen und Vergröfsern der Pflanzen von selbst, und es ist nur nötig, dafs die Ameisen mehr Erde hinzutragen, zu der sie bei der rohen Anlage und dem festen Wurzelgeflecht nur wenig Kitt gebrauchen.

Ameisennester von reiner Kartonmasse, die es am Amazonenstrome auch, jedoch viel seltener, gibt, erfordern eine sorgfältige Auswahl der Anlagestelle und vielmehr Arbeitskraft und Speichel zum Befestigen des Baustoffes. Den Ameisen dienen die Blumengärten hauptsächlich nur als Wohnung, denn die Tiere bleiben immer mit dem Erdboden, dem sie Erde als Baustoff entnehmen, in Verbindung und suchen auch dort einen Teil ihrer Nahrung. Nur bei Überschwemmungen ist ihr Aufenthalt zeitweise, oft monatelang, auf Bäume und Sträucher beschränkt.

Der Ursprung der Blumengärten rührt vielleicht daher, dafs Ameisen bei der Anlage ihrer Nester Schutz zwischen Epiphyten suchten, von deren saftigen Beeren sie dann zehrten und deren Samen sie verschleppten. Mit der Zeit legten sie dann wirkliche Kulturen an, die sich immer mehr vervollkommneten. Den Azteca-Arten mochte überdies der Hohlraum in den Ameisenpflanzen, die sie bewohnten, zu eng geworden sein, bis sie geeignete Erweiterungen zwischen Epiphyten fanden und dieselben bei zunehmendem Bedürfnisse auch zu kultivieren anfingen.

Die Verschiedenheit der Kulturpflanzen in den Blumengärten der beiden Ameisengattungen ist damit zu erklären, dafs die von Camponotus femoratus gezüchteten Pflanzen mehr Trockenheit und Licht vertragen können, während die Pflanzen in den Nestern der Azteca-Arten mehr Schatten und Feuchtigkeit verlangen. Letztere mufsten gegen plötzliche Trockenperioden geschützt sein. Auch der Umstand, dafs die weit gröfsere und stärkere Camponotus-Ameise mehr Erde herbeischaffen kann, mag dazu beigetragen haben, dafs sie auch derbere Pflanzen zu kultivieren vermochte.

Obgleich diese Gärten von Camponotus weit auffallender und umfangreicher sind, so zeigen doch diejenigen der Azteca-Arten eine höhere Entwickelungsform und eine gröfsere Abweichung der kultivierten Pflanzen von ihren nächsten Verwandten. Soweit bis jetzt bekannt ist, kommen im grofsen Becken des Amazonenstromes die vierzehn Ameisenepiphyten ausschliefslich in den Blumengärten vor. Nur von einzelnen Arten, wie Phyllocactus phyllanthus, Anthurium

scolopendrinum und Peperomia nematostachya, sind Formen oder Varietäten, auch in anderen Gegenden als Epiphyten ohne Ameisen gefunden worden. Überhaupt stehen die Kulturpflanzen von Camponotus anderen Epiphyten oder Bodenpflanzen viel näher als die der Gärten von Azteca, welche viel isolierter dastehen und von denen die merkwürdigen Solanaceen Marckea und Ectozoma in Brasilien wenigstens keine anderen Vertreter haben.

Aus den Keimpflanzen in den Blumengärten entwickeln sich immer nur die oben erwähnten Ameisenepiphyten, obwohl es am Amazonenstrome viel mehr Pflanzen mit Beerenfrüchten unter den Epiphyten gibt, die recht gut von den Ameisen hineingeschleppt sein könnten. Nur selten ereignet sich der Fall, dafs einmal ein Garten zwischen schon vorhandenen Epiphyten angelegt wird, oder dafs zufällig etwa ein Farn da hineingelangt. Die wunderbare Auswahl der Ameisen unter den zu kultivierenden Pflanzen läfst sich wohl damit erklären, dafs viele echte Epiphyten wegen ihres reduzierten oder zum Flächenwachstum ausgebildeten Wurzelsystems nicht mehr für Ameisennester geeignet waren.

Für die Blumengärten sind vielmehr Pflanzen nötig, die ein dichtes Wurzelgeflecht bilden, um dem Baue Halt zu gewähren, und dazu eignen sich am besten solche, die noch auf einer niederen Stufe der epiphytischen Lebensweise stehen oder gar keine eigentlichen Epiphyten sind. Diese Pflanzen konnten auch in den Nestern gut gedeihen, weil sie von den Ameisen reichlich mit Erde und durch die Exkremente und Chitinhüllen mit stickstoffhaltiger Nahrung versehen wurden; dazu begünstigte der poröse Bau der Nester das Ansammeln von Regenwasser und das Festhalten der Feuchtigkeit.

Die Ameisenepiphyten, die also abhängig von den Ameisen sind, zeigen in der Tat eine Reihe von Sonderheiten, welche sie von den echten Epiphyten unterscheiden. Das Wurzelgeflecht ist weit üppiger entwickelt, und die Verzweigung und Belaubung ist eine reichere. Die Blätter der Bromeliaceen Nidularium und Streptocalyx sind fleischiger als bei anderen epiphytischen Arten und stehen gewissen Erdbewohnern derselben Familie nahe, die sie noch durch die Fülle der entwickelten Blätter übertreffen. Überhaupt fehlt hier die bei Epiphyten oft bis ins einzelne gehende Sparsamkeit mit dem Baumaterial des pflanzlichen Organismus. Die gegen Trockenheit mehr empfindlichen Kulturpflanzen der Azteca besitzen in ihren das Wasser aufspeichernden Knollen oder in den fleischigen Blättern besondere Schutzmittel.

Im Laufe der Zeit haben sich die Ameisenepiphyten wohl teils umgestaltet, teils sind auch die Pflanzen, von denen sie abstammen, verloren gegangen, ähnlich wie es bei vielen Kulturpflanzen der Menschen der Fall ist, deren Ursprung man nicht mehr kennt.

Während die Schleppameisen, welche die Pilzgärten anlegen, für das ganze tropische Amerika eine eigentümliche Erscheinung sind, kommen die Blumengärten der Ameisen nur im Bereiche des Amazonenstromes vor. Sie sind über das ganze Flufsgebiet dieses Riesenstromes und Guiana verbreitet und gehören zum Charakter jener Gegenden. Man findet die Blumengärten der Ameisen sowohl im Überschwemmungsgebiete als auch auf dem überschwemmungsfreien Lande; selbst im Gebirge bis zu einer Höhe von 1000 Metern sind sie noch beobachtet worden. Im Landschaftsbilde am Amazonenstrome spielen diese üppigen Pflanzenanhäufungen der Gärten von Camponotus femoratus, welche sich durch ihr frisches, oft rötliches Kolorit auszeichnen, eine hervorragende Rolle. Die Gärten der Azteca-Arten sind weniger auffällig, und findet man sie mehr im Innern des Waldes. Am schönsten sind die Gärten von Camponotus an den Ufern der Flüsse entwickelt, obwohl sie auch auf dem festen Lande angetroffen werden und keineswegs nur Zufluchtsstätten vor Überschwemmungen sind. Namentlich fallen die Gärten mit Streptocalyx angustifolius auf, welche wie mächtige Storchnester oder Heubündel hoch oben auf den Bäumen aussehen (siehe Titelblatt).

Wenn bei Flufsfahrten der Dampfer dicht am Ufer des Stromes langsam dahinfährt, dann betrachtet der Reisende immer wieder mit Interesse die Landschaftsbilder mit mannigfaltigen Palmen und dem üppigen Laubwerk der riesigen Bäume. Zuweilen sind dann die Bäume überall beladen von den gewaltigen Bauten der Blumengärten und prägen dem Reisenden in ihrem leuchtenden, oft rötlichen Grün inmitten einer so grofsartigen Natur einen unvergefslichen Eindruck ein.

Inmitten der unermefslichen Wälder dieses Riesenstromes und einer grofsartigen Natur, fehlt auch die Wirkung des Kleinen nicht, die besonders bei den Ameisen viel des Wunderbaren bietet.

Wie wir gesehen haben, gibt es Ameisen, welche ständig in einer Anzahl Pflanzen vorkommen und sich dort in oft komplizierten Wohnräumen niedergelassen haben; dann wieder andere, welche das Blattwerk vieler Bäume und Sträucher abschneiden und in ihre meist unterirdischen Bauten schleppen, wo sie einen Pilz züchten, von dem

sie sich ernähren. Ausführlicher lernten wir dann Ameisen kennen, welche, um ihren Nestern, den Blumengärten, Schutz und Halt zu gewähren, eine Anzahl höherer Pflanzen züchten und pflegen. Ihnen sind somit die Pflanzen von Nutzen, und diese Gewächse verdanken wieder der Pflege der Ameisen ihr Dasein. Ein solches Zusammenleben zum wechselseitigen Nutzen nennt man Symbiose. Nahrung entnehmen die Ameisen wohl nur gelegentlich aus den Gärten, vielleicht von den Früchten der Kulturpflanzen und von den Schildläusen. Mit Zucker und Obst liefs sich Camponotus femoratus füttern, während solche Stoffe die Schleppameisen nicht annehmen. Von dem vielen Wunderbaren, was sich über Ameisen noch anführen liefse, sei nur erwähnt, dafs einige auch Landwirtschaft treiben.

Bedenken wir, dafs die Ameisen, diese intelligenten Tierchen, ein geordnetes Staatsleben haben, dafs sie die verschiedensten kunstvollen Bauten anlegen und dafs sie aufser Pflanzen auch Tiere, wie Blatt- und Schildläuse, halten, so müssen sie wohl als auf einer der höchsten Stufen unter der kleinen Tierwelt stehend angesehen werden.





In der Ölmühle.

Von Dr. **Alexander Rumpelt-Taormina.**

Wenn wir uns ein wenig umsehen, brauchen wir Öl zu mancherlei Zwecken. Die feinste Sorte, um unsere Salate zu bereiten. Eine geringere halten viele Leute noch immer für unerläfslich, um ihrem strohigen Haar ein gefälligeres Aussehen zu geben. Die letzte Sorte, das Maschinenöl, wird bei der Menge von Fabriken, dem gewaltigen Eisenbahn- und Schiffsverkehr am meisten benötigt und daher in tausenden von Tonnen jährlich eingeführt.

Hingegen, welche Rolle spielt im Haushalt des Sizilianers, des Südländers überhaupt, die kleine eiförmige Frucht, die da zwischen knorrigen, oft abenteuerlich verbogenen Stämmen und dunkelglänzendem immergrünen Laub im Herbst reift, allenthalben an den Küsten und in den tiefer gelegenen Tälern! In Sizilien ersetzt das Öl unsere völlig unbekannte Butter. Nicht nur aufs Brot gegossen wird es: Nudeln, Gemüse usw., in Wasser gekocht, werden lediglich mit Salz und einigen Tropfen Öl gewürzt. Da man sich auch das teuere Schweinefett nur ausnahmsweise gönnt, wird beinahe alles in Öl gebraten, besonders Fische. Ein paar eingesalzene Oliven sind neben Zwiebel oder Knoblauch oder steinhartem beifsenden Schafkäse die Zukost zum Frühstück nicht nur der Arbeiter, sondern des gesamten Mittelstandes. Eine andere Art der Verwendung des Öls ist die als Brennmaterial. Dem kleinen Volk ist das Petroleum viel zu kostspielig, es bedient sich wie vor 2000 Jahren der bekannten Ampeln aus Ton oder Metall, worin Öl gegossen wird, das einen aus Baumwollfäden zusammengedrehten Docht speist. Drei oder vier solcher antiken Ampeln von Messing werden wohl auch nach Art der Armleuchter auf einem messingnen Gestell vereinigt und spenden dann zusammen ein wenig mehr Licht. Solche gleichfalls antiken Geräte — nach den Ausgrabungen z. B. in Pompeji üblich — ersetzen auch in den besseren Familien noch häufig die Petroleumlampe.

Trotz dieses hohen Selbstverbrauchs müfsten die nach Millionen zählenden Ölbäume Siziliens auch einen stattlichen Export liefern, zumal

die Ölfliege, die in Apulien so schreckliche Verwüstungen angerichtet hat, die Insel bisher beinahe ganz verschonte. Aber wie in bezug auf andere Südfrüchte liegt Sizilien auch hierin den eigentlichen Bedarfsländern zu fern, die Frachten stellen sich zu hoch. Ganz Ober- und Mittelitalien, Südfrankreich, Istrien und Dalmatien, die gesamten nördlichen Küsten des Mittelmeeres erzeugen selbst hinreichend Oliven und liegen jenen Ländern näher. Dazu ist das in Sizilien gewonnene Produkt minderwertig. Gutes Speiseöl mufs man hier selbst wieder aus dem Neapolitanischen einführen. Die Ursache liegt wohl weniger in der geringeren Güte, als in der veralteten, aber nicht auszurottenden Herstellungsweise.

Um so interessanter ist daher der Besuch einer sizilianischen Ölmühle. Wenn in Taormina wenigstens bei der Ölpresse das alte System der hölzernen Kelter seit fünfzehn Jahren verlassen ist und eine schöne eiserne Schraube das ehemalige doppelte Eichenholzgewinde ersetzt, so ist der Dampf als Arbeiter doch noch unbekannt. Die Presse wird von zahlreichen Menschenhänden bedient, der Mühlstein gar noch von einem Vierfüfsler gedreht wie in den Zeiten der Sarazenen. Ähnlich sah ich es in Tripolis, wo ein im Kreise trabendes Kamel eine Kornmühle in Betrieb setzte . . .

Doch ich will nicht vorgreifen, sondern jetzt im einzelnen zeigen, wie aus der unscheinbaren Frucht jene dem Menschen so unentbehrliche goldgelbe Flüssigkeit allmählich gewonnen wird.

Den besten Ertrag geben Stämme von etwa fünfzig Jahren, nach dem sizilianischen Sprichwort: „Die Ölbäume vom Grofsvater, die Maulbeerbäume vom Vater, Deinen Weinberg pflanze selbst!" Am reichsten fällt die Ernte aus, wenn die Oliven im Mai blühen und im Juni Frucht ansetzen. Die Reife tritt mit dem September ein. Dann steigen Knaben und Mädchen mit kleinen Körben in die Zweige hinauf und pflücken die Früchte oder schlagen nicht zu erreichende mit einer Stange herunter. Beinahe gleichzeitig mit der Weinlese beginnend, zieht sich die Olivenernte weit länger hin, oft bis in den November hinein.

In einigen Gegenden der Insel, z. B. in Milazzo, Nicosia und Caltagirone, werden die Oliven, so wie sie abgenommen sind, in einen verschlossenen Raum gebracht, in welchem sie gären und zuweilen verfaulen. Heifs und dampfend von der Gärung kommen sie in die Ölpresse. In anderen Orten, z. B. Cefalù, hält man die Gärung für unzweckmäfsig, läfst die Früchte aber auch lange im zarbu, d. h. in einer ausgemauerten Grube mit einem Rost am Boden, liegen und

schüttet, um sie frisch zu erhalten, ringsum Salz. Dann werden sie mit den Füfsen eingestampft. Durch den Rost fliefst das Wasser unten ab, das sie auch nach ganz regenlosen Sommern noch reichlich enthalten.

Beide Verfahren sind in und um Taormina nicht üblich. Da werden die Oliven nur kurze Wochen im zarbu verwahrt. Dieser hat keinen Rost, sondern sein Boden ist nach der Mitte zu abgeschrägt, und hier fliefst durch ein Loch das Wasser ab. Man läfst sie gern ein wenig trocknen, damit sie nicht soviel messen. Denn nach dem Mafs richtet sich der Lohn der trappetari, der Ölmüller. Die Steuer hingegen wird nach dem erzielten Öl berechnet, eine Lira für 64 Liter.

Als ich an einem Novembermorgen im Ölmühlgäfschen (Vicolo del Trappeto) in Taormina den vergitterten Hof der Mühle betrat, hielt da ein Bursche mit drei schwer bepackten Eseln. Sie trugen in Säcken zusammen eine Salma Oliven. Die Salma hat zwanzig túmuli und das Taormineser Túmulo — denn dieses Mafs ist überall verschieden — etwa siebzehn Liter. Die Säcke wurden von einem Bauern in Empfang genommen, der in der Eingangstür stand — eine charakteristische Gestalt. Das Kinn ausrasiert, mit echten „Koteletten" — eine aus der Zeit der englischen Okkupation im Anfang des 18. Jahrhunderts noch vielfach geübte Mode —, mit kleinen, pfiffigen Augen, gieriger Hakennase und zusammengekniffenem Mund. Schwere, goldene Ringe hingen in den Ohren, auf dem Kopf safs die dickfilzige, blaue Sackmütze, die ihm bis auf die Schulter herabfiel. Stumm, nicht ohne Mifstrauen betrachtete er das Abladen der Säcke und liefs sie aufserhalb des Gebäudes neben der Tür hinlegen, aber noch nicht öffnen. Denn der erste Mahlgang war noch nicht beendet, der genau dasselbe Quantum, eine Salma, bereits verarbeitete. Man hörte das Knirschen des Mühlsteins im inneren Raum und sah durch ein Fenster eine Kuh im Kreise traben. Ich ging durch den Kelterraum (das strettojo), um mir zunächst das macinatojo, die eigentliche Mühle, anzusehen.

Hier fällt vor allem ein grofses Steinbecken ins Auge, dessen flacher Boden mit nur wenig ansteigendem, breitem Rand etwa zwei Meter im Durchmesser hält. In der Mitte dieses Beckens steht ein hoher, vierkantiger Balken und dreht sich unten wie oben in Angeln, oben in einem Querbalken, der in zwei gegenüberstehende Wände vermauert ist. An den vertikalen Balken ist ein gleichfalls aufrechtstehendes steinernes Mühlrad von $1^1/_2$ Meter Durchmesser derart angefügt, dafs ein grofser wagerechter Schwengel aus Pappelholz in dem Balken befestigt ist und durch den Mittelpunkt des Mühlrades geht, ohne seinerseits mit ihm verankert zu sein. Dreht sich demnach

der Balken, so mufs sich das Mühlrad mitdrehen, und zwar in doppelter Bewegung, nicht nur um seine Achse, sondern auch in schräger Kurve auf dem Boden des Beckens um den Balken herum. Der Schwengel ist über dem Rande des Beckens nach unten gebogen, so dafs sein Endstück vor dem Bug der Kuh zu ruhen kommt, die den Schwengel vorwärts schiebt und so die Mühle in Tätigkeit setzt. Ein kleiner Junge läuft hinter der Kuh her und stöfst ihr zur Ermutigung, öfter als nötig ist, einen spitzen Stecken in die Weichen. Der Zweck der Mühle ist ein vorbereitender. Sie zerquetscht die frischen und dann noch zweimal die in der Presse ausgedrückten Oliven. Ein Mann, der macinatore (Zermalmer), stand mit einer eisernen Schaufel am Rande des Beckens, worauf im Kranze die Oliven aufgeschichtet lagen — rechts von dem macinatore noch grüne, links die bereits zermalmten. Wo er arbeitete, war ein kleiner Raum am Rand frei. Hier stiefs er mit seiner Schaufel von dem rechten Ende des Kranzes die Früchte ab unter das Rad, liefs es ein- bis zweimal darüber gehen und nahm dann mit der Schaufel die zermahlenen auf, um sie zu den schon am Rande aufgehäuften links neben sich zu werfen. Da die Kuh zwanzig Sekunden zu jeder Runde brauchte, mufste sich der Arme, so oft der niedrige Schwengel an ihm vorbeikam, bücken, dreimal in der Minute, also bei einem $1\frac{1}{2}$ stündigen Mahlgang wenigstens 270 mal, bei sechs Mahlgängen, die ihm täglich bevorstehen, 1600 mal. Eine schlimme Zugabe zu seiner mühseligen Schaufelarbeit, die angesichts des vor ihm kreisenden Rades eine beständige, aufs schärfste angespannte Aufmerksamkeit erfordert.

Endlich hat er die erste testa (Mahlgang) vollbracht. Die Oliven der ersten salma, die der Bauer früh beim Morgengrauen selbst auf seinen drei Eseln gebracht, sind nicht mehr zu erkennen; die zwanzig tumuli sind eine schmutzigbraune, breiartige Masse. Diese wird jetzt auf die eine Hälfte des Beckens zusammengeschoben, auf die andere werden die grünen Früchte der zweiten Salma aus den Säcken entleert, natürlich unter scharfer Aufsicht des mifstrauischen Bauern. Die Kuh ist des schweren Balkens auf dem Nacken ledig und frifst an einer Krippe in der Ecke viel Stroh und wenig Heu. Der Treiberjunge pfeift sich ein Liedchen.

Die Trappetari haben keine Zeit zum Pfeifen. Noch während die zweite Salma aufgeschüttet wird, kommen zwei Arbeiter mit eisenbeschlagenen Holzmafsen, die je einen Tumulo fassen, füllen sie mit dem gemahlenen Brei und tragen sie in den Nebenraum, den strettojo.

Hier steht die Presse (tórchio) mit ihren zwei eisernen Pfeilern,

der 18 cm breiten, $1^1/_2$ m langen Schraube, einer grofsen Buchbinderpresse oder einem Weinkelter nicht unähnlich. In der Tat könnte man, so wurde mir versichert, mit demselben Instrument auch Wein keltern. Jetzt war die Schraube hoch, und unter ihr legte ein Mann — es war dies der Vorarbeiter, der sogenannte caporale — einen Korb auf den kreisrunden Marmorstein, der in den Boden zwischen den zwei eisernen Pfeilern eingelassen und, etwa 80 cm im Durchmesser haltend, ein wenig nach vorn geneigt und am Rande mit einer Rinne versehen ist. Diese Rinne hat an der Vorderseite eine Öffnung, durch welche das Öl in ein Gefäfs abfliefst, das, wie man mir sagte, unten in einer Grube stand, die ein Bretterverschlag bedeckte.

Ich nahm einen der Körbe, die in Menge da herumlagen, in die Hand. Alle sind von derselben Gröfse und haben gleichfalls 80 cm Durchmesser, so dafs sie den Marmorstein gerade bedecken. Diese Körbe, die am Lentiner See aus breitem Binsenstroh geflochten werden, sind am besten mit grofsen, hohlen Kissen zu vergleichen. An der unteren Seite zeigen sie ein kleines, an der oberen ein grofses rundes Loch. Durch dieses schob der caporale jetzt den Inhalt der zwei tumulo-Mafse, die jene zwei Arbeiter aus der Mühle brachten und auf dem Korb entleerten. Er stopfte den Korb sorgfältig mit dem Brei aus, legte dann einen zweiten Korb, genau dem ersten angepafst, auf, füllte ihn wieder mit zwei Mafsen, und so verfuhr er im ganzen mit zehn Körben, die, übereinander etwa bis zu Manneshöhe geschichtet, einen kleinen Turm unter dem Gewinde der Presse darstellten. Sie enthielten die sämtlichen eben gemahlenen zwanzig Tumuli der ersten Salma.

Während im Macinatojo in der Mühle die zweite Ladung am Rande des Beckens ausgebreitet, der Schwengel wieder vor den Bug der Kuh gelegt und an den Hörnern festgebunden wurde, worauf die Kuh sich wieder langsam in Bewegung setzte, um die zweite „macina“ zu mahlen, ging der Caporale im strettojo mit mehreren Genossen ans Pressen.

Unmittelbar auf die zehn gefüllten Körbe wurde eine dicke Scheibe aus Eichenholz gelegt, auf diese noch mehrere abgenutzte Körbe, die auch infolge früherer Pressung bereits völlige Scheiben waren. Mit grofser Sorgfalt hat der Caporale seinen Korbturm aufgebaut; die Ränder der einzelnen Schichten stehen übereinander wie mit dem Senkblei ausgerichtet. Trotz solcher Vorsicht geschieht es aber doch, dafs die ungeheure Wucht der Schraube einen der Körbe aus der Reihe drückt. Dieser wird dann, wie ich mich überzeugte, durch seitliche Stützen verhindert, noch weiter herauszurutschen.

Nachdem der Caporale sein Werk geprüft und für gut befunden, wird die Stange, die zwischen zwei der vier eisernen Handhaben am unteren Teil des Gewindes eingeschoben ist und es, an dem nahen Pfeiler ruhend, festhält, herausgezogen, und mühelos macht die Schraube, von einem Arbeiter bewegt, eine Anzahl Windungen. Aber bald müssen schon zwei zugreifen und an den vier säulenähnlichen Handhaben den schweren torchio drehen. Dann wird die Stange zwischen zwei der Säulchen gesteckt und mit Hebelkraft je eine Vierteldrehung bewirkt. Schon tropft und rieselt über den Rand der Körbe in kleinen Rinnsalen das „Jungfernöl" nieder; die zähe, goldbraune Flüssigkeit läuft in die runde Rinne und von da als kleiner Bach durch das Mundstück in die Tiefe.

Nach drei bis vier Umdrehungen reicht die Kraft der Hebestange allein nicht mehr aus; nun mufs die Seilwinde, der manganello, helfen. Unfern in einer Ecke steht, sowohl im Boden wie in einem oberen Querbalken in Angeln ruhend, ein dicker Stamm. Ein oben befestigtes Seil schlingt sich um ihn. Dieses Seil endigt in einem Haken, und dieser Haken wird jetzt in den Ring eingehängt, der am unteren Ende der Hebestange angeschmiedet ist. Indem an den beiden Querhölzern zu Füfsen der Winde zwei Leute diese drehen, zieht das Seil die Hebestange an, die wieder wie vorher zwischen zwei der Säulchen gesteckt worden ist, und vollbringt nun mit verstärkter Kraft in immer wiederholten Vierteldrehungen der Schraube das Werk. Immer wieder legt sich das Seil an die Winde in die spiralförmigen Riefen, immer wieder schnellt sie zurück, wird wieder gedreht, zuerst von zwei, später von vier Leuten, bis man auf den toten Punkt angekommen ist.

Nun heifst es warten: ehe der macinatore im benachbarten Raum nicht mit seinem Pensum fertig ist, kann nicht gewechselt, kann nicht aufgedreht und die Schichtung nicht gelöst werden. Aber keiner hat deswegen Mufse. Der Bauer, der vertragsmäfsig an diesem Tag für das Essen von sieben Leuten sorgen mufs, läfst kein Diner aus einem der Grands Hôtels von Taormina kommen: er hat einige Kilo Sardinen mitgebracht, ganz kleine von der billigsten Sorte. Die putzt er schon eine Stunde lang; schon zweimal hat einer der trappetari, der den Koch macht, mehrere Hände voll in Empfang genommen und in die eiserne Pfanne geworfen, worin er über einem Feuer die Fischchen in Öl brät. In einer anderen Ecke des Kellerraumes brennt ein anderes, viel gröfseres Feuer unter einem gewaltigen Kupferkessel, genährt von Ginsterreisig und Eichenblöcken. Hier soll das Wasser

kochen, das, ehe die jetzt geprefste Olivenmasse zum zweiten Mal in die Mühle kommt, auf die einzelnen Körbe gegossen wird. Ein Mann ist beständig beschäftigt, das Feuer zu schüren. Unterdessen sind zwei Frauen gekommen, jede mit einem Korb Oliven. Sie wollen Geschäftchen machen, der Caporale im gemeinsamen Interesse der Kompagnie aber auch. In einer ausgemauerten Nische haben die Ölmüller einen kleinen Vorrat von Oliven liegen, die sie nicht etwa gekauft, sondern als Lohn von früheren Mahlungen erhalten oder gegen Öl eingetauscht haben. Eben das letztere wollen auch die beiden Frauen. Im Hintergrunde des strettojo stehen zwei weitbäuchige giarri, Ölkrüge aus Ton. Das Öl darin haben die Müller gleichfalls gesammelt. Nicht nur ihr Lohn wird ihnen, wie wir später sehen werden, meist in Öl bezahlt, sie haben auch das uralte Anrecht auf alles Öl, das beim Ausmessen vorbei in den cinchinaru tropft, in ein Gefäfs, das unter den grofsen Trichter gestellt wird, damit nichts verloren gehe. Der Metalldeckel des ersten Ölkruges wird vorsichtig geöffnet und zweimal bekommt die Frau Gevatterin ein kleines Gemäfs gefüllt, nach dem Satz: drei Liter Öl für siebzehn Liter Oliven. Natürlich will sie mehr haben als der Caporale bewilligt. Unter einem verächtlichen Zurückwerfen des Kopfes schliefst er den Deckel, gibt der Frau die halbgefüllte Flasche und entleert ihr Körbchen in den sgarbu. Er wirft einen Blick der Befriedigung in den Vorratsraum. Bald ist er wieder voll; dann sind zwanzig tumuli beisammen, und die Ölmüller arbeiten einen Tag nicht für eine andere, sondern für die eigene Tasche!

Ich kann Intérieur-Malern den Besuch der Taormineser Ölmühle nicht genug empfehlen. Ihr Charakter ist altertümlich-grotesk. Da die ganze lange Rückwand und rechte Seitenwand kein Fenster, die linke Seitenwand nur eine kleine Luke oben hinter der Kelter hat, so erhält der grofse Raum ähnlich einem Atelier eine scharfe einseitige Beleuchtung durch die einzige Tür und das einzige Fenster an der Eingangsseite. Durch die Luke fällt nur nachmittags eine breite Lichtsäule, worin unzählige Sonnenstäubchen zittern. Bizarr wirken die alte Winde, das gleichfalls noch altertümliche Gestell der Presse mit dem grofsen Querbalken an der Decke, vor allem aber die Mühle: der gewaltige Mühlstein, der knirschend und knurrend langsam im Kreise walzt, während der Schwengel quietscht und ächzt, dazu die schwerfällige Kuh, die schicksalsergeben täglich neun Stunden im Kreise trottet, mit dem Bug den Schwengel vor sich herschiebend. Den Jungen hatte jetzt ein kleines Mädchen abgelöst mit träumerisch

dunklen Augen. Barfufs lief sie hinter der Kuh her, stocherte nur zuweilen gedankenlos mit dem Stecken in ihre Weichen und sang unbekümmert um die übrige Welt mit gellender Stimme ein melancholisches Volkslied.

Unheimlich geradezu wirkten eine Anzahl Ziegenbälge, die an Stricken von einem Balken herunterhingen. Zwei davon waren aufgeblasen, wie mir die Ölmüller sagten, aus dem Grunde, weil sonst die Ratten kommen und sie anfressen würden. Vor aufgeblasenen Bälgen aber fürchten sie sich.

Durch den grofsen Rundbogen, der die beiden Räume trennte, konnte man sehen, dafs der macinatore nächstens mit seinem Pensum fertig war. Der Caporale im Verein mit zwei anderen liefs deshalb durch mehrere kräftige Rucke mit der Hebestange das Schraubengewinde zurückgehen und drehte es auf, bis hoch hinauf. Dann banden sich alle schwarze Lederschürzen um, so dafs sie plötzlich in Schmiede verwandelt schienen. Während der fertig gemahlene Brei der zweiten Salma auf dem Becken zusammengeschoben wurde, trugen zwei Arbeiter die Körbe von der Presse wieder zur Mühle, nachdem jeder Korb zuvor mit einem Liter heifsen Wassers begossen worden war — um die festgequetschte Masse darin ein wenig zu lösen und sie zugleich für den zweiten Mahlgang geschmeidiger zu machen. Wie waren die ehedem so vollbauchigen Körbe von der Wucht des Druckes zusammengeschrumpft! Die drei oberen zu schmalen Scheiben abgeflacht! Auf der freien Hälfte des Beckens wurden die Körbe dann entleert, indem zuerst mit der Hand ein Loch durch die beiden Bodenöffnungen gestofsen und dann der Korb gegen den Mühlstein angeschlagen, gedreht, geschüttelt und geklopft wurde, bis endlich der letzte Rest herausfiel. Die leeren Körbe trug man in den Kelterraum zurück, und hier wiederholte sich nun die Aufbereitung, wie ich sie schon geschildert, mit dem anderen Teil der Masse der eben fertig gemahlenen salma. Auf dem Rand des Beckens aber breitet man indessen die geprefste Masse aus, damit sie zum zweiten Male vom Mahlstein zermalmt werde.

So sehr mich die ungewohnten Bilder, das ganze geschäftige Treiben anzogen, ich konnte unmöglich den ganzen Tag in der Ölmühle zubringen, schon aus einem äufseren, sehr prosaischen Grund: man war bei dem lebhaften Durcheinander in beständiger Gefahr, die bösartigsten Flecken in die Kleider zu bekommen, denn alles klebte von Öl.

Ich liefs mir deshalb von den trappetari nur noch einiges erklären. Dreimal wird jede der beiden Salmen gemahlen und dann

geprefst. Was dann noch von den hübschen kleinen Oliven übrig bleibt, ist eine braune, der Gerberlohe völlig gleichende Masse, die sogenannte nozzolata. Ein ganzer Berg davon lag unweit der Kelter zwischen den beiden Riesenölkrügen und dem sgarbu. Die Masse enthält noch Öl, das aber nur durch Dampfkraft herausgezogen werden könnte und übrigens schlechter Qualität ist. Damit befassen sich die Ölmüller nicht. Sie behalten die nozzolata als einen Teil ihres Lohnes, verkaufen sie aber der hohen Transportkosten wegen nicht an die Maschinenölfabriken, sondern an die Bäcker des Orts, die diese fettige Lohe als vorzügliches Brennmaterial schätzen.

Um aber ein rundes Bild von ihrer „arte", ihrer Kunst zu gewinnen, bat ich den Caporale um die Erlaubnis, zu den beiden Höhepunkten ihrer täglichen Tätigkeit wiederkommen zu dürfen, zur Klärung und zum Einfüllen des fertigen Öles in die Schläuche, was kurz vor Mittag und um zwei Uhr nachmittags vorgenommen wird. Der Caporale war zwar sehr erstaunt ob solchen tiefgehenden Interesses, das noch kein Fremder in gleichem Mafse gezeigt; er fragte mich, ich wolle wohl die Mühle kaufen oder ein zweites trappeto in Taormina errichten, gab mir aber gern die Erlaubnis.

Ich stellte mich denn auch pünktlich zur Klärung ein; der geheimnisvolle Verschlag vor der Kelter wurde geöffnet, und ich erblickte ein mittelgrofses Fafs, worin das Öl fast bis zum Rande stand. Das Mundstück, wodurch die zähe, braune Flüssigkeit aus der runden Rinne, wenn auch nur schwach noch herabtropfte, wurde mit nozzolata verstopft; der caporale stieg in die Grube, streifte den rechten Ärmel herauf und tauchte die Hand unter. An seinem Arm sah man den Streifen, bis wohin das Öl reichte. Doch schien dem Bauer diese Art Messung nicht zu genügen. So wurde eine grofse, grüne Olive an einen Strohhalm gesteckt und dieser hinabgelassen. Etwa 30 cm hoch stand das Öl, ein Beweis, wie viel Wasser die Oliven noch enthalten hatten, das infolge des geringeren spezifischen Gewichtes des Öles in den unteren Raum des Fasses gesunken war. Der caporale fischte zunächst mit den Händen einige grobe Unreinigkeiten, lange Fasern und kleine, wollige Knäule — wohl von dem Wergverschlufs der Rinne stammend — heraus. Dann liefs er sich eine der vierkantigen, eisernen Ampeln geben, die an der Wand hingen, zündete sie an, kniete nieder und leuchtete damit in die Tiefe seines Verlieses hinab. Hierauf zog er kräftig an, ein Ruck — und unten flofs das Wasser etwa eine halbe Minute lang aus dem geöffneten Spund durch einen unterirdischen Kanal ab, so dafs die Oberfläche des Öls in die

halbe Höhe des Fasses zu stehen kam. Nachdem der Zapfen wieder eingefügt war, gofs ein Arbeiter ebensoviel Wasser, als eben unten abgeflossen war, und zwar kochendes, aus dem grofsen Kessel nach. Dies bewirkt die Klärung. Das heifse Wasser sinkt vermöge seiner Schwere sogleich in die Tiefe und zieht die unreinen Stoffe mit sich. Das Verlies wurde geschlossen und erst wieder geöffnet, als die Hälfte der Arbeit getan war und das aus den ersten drei Pressungen gewonnene Öl in die Schläuche gefüllt werden konnte.

Auch hierzu kam ich gerade noch zurecht. Vier der grofsen Ziegenbälge wurden eben vom Balken heruntergenommen, aufgebunden und neben dem Bretterverschlag auf den Boden gelegt. Mafskrüge wurden gebracht, der Verschlag geöffnet, die eiserne Ampel angezündet.

Der Bauer war mifstrauischer als je zuvor. Hatte er bis jetzt, auch bei seinem Fischeputzen, nur heimlich auf jedes Wort gelauscht, das die Ölmüller miteinander sprachen, und seine scharfen, kleinen Augen kaum sichtbar nach allen Seiten spielen lassen, so beobachtete er jetzt jede Bewegung der Arbeiter mit unverhohlenem Argwohn. Nachdem das Ölfafs wieder aufgedeckt war, liefs er es nicht mehr aus dem Auge. Wieder stieg der Caporale hinunter und mafs mit seinem Halm. „Sieben cafisu“ murmelte er zufrieden.

In der Ölmühle wird nach einem, wohl noch aus der spanischen Zeit stammenden Mafs von zirka sechzehn Litern, dem cafisu, gerechnet. Ein Blechkrug mit zwei Henkeln, der die Hälfte dieses Mafses darstellte, wurde gebracht, und nun schöpfte der caporale, indem er laut bei jedem Eingiefsen zählte, mit diesem halben cafisu das Öl aus der Tonne und gofs es in einen mächtigen Trichter, den der Vicecaporale hielt. Aus dem Mund des Trichters flofs das Öl in das offene Halsstück des ersten Ziegenbalgs, den ein dritter Arbeiter in die Höhe hielt. Allmählich blähte sich der schlaffe Schlauch von der kräftigen Füllung und wurde zu $^3/_4$ voll auf den Boden gelegt, wo er die Form eines plattgedrückten Sackes annahm. Dann wurde ein anderer Balg untergehalten. Es war sehr feierlich. Nichts unterbrach die Stille des Raumes, als das Rieseln des Öles in Trichter und Schlauch und das laute, langsame Zählen: Uno, due, tre — man kam bis auf dreizehn; also hatte der Bauer, der die Arbeiter mit vor Erwartung leise geöffnetem Mund anstarrte, als erste Beute $7^1/_2$ Cafisu errungen, die auf drei Bälge verteilt wurden. Diese verschnürte er selbst und trug sie in eine Ecke. Er hatte seinen Knecht nicht bestellt, um sie, wie das sonst üblich ist, durch einen seiner Esel sogleich nach Hause schaffen zu lassen. Der Kerl konnte ja einen der

Säcke unterwegs oder daheim öffnen und ein paar Liter für sich herausnehmen oder wohl gar heimlich verkaufen . . .

Der arme Bauer! Er hatte heute sozusagen Stubenarrest; keinen Fufs durfte er aus der Mühle setzen, bis der letzte Tropfen Öl in die Schläuche gefüllt war. Die Trappetari sind ja alle Spitzbuben und Gauner der schlimmsten Sorte! Wenigstens noch vier Stunden dauerte es, bis die noch übrige Arbeit getan war: noch zwei Mahlgänge und noch drei Pressungen standen ihm bevor. Dafür hoffte er aber am Abend auf wenigstens neun cafisu, er schien mit seinen 7½, die er aus der ersten Salma erzielt hatte, seinem mürrischen Gesicht nach zu urteilen, gar nicht zufrieden zu sein.

Die trappetari stehen allerdings in schlechtem Rufe. Aber welchem Gewerbe sagt man hier nicht kleine Tücken und Betrügereien nach? Sie werden auch nicht schlimmer sein als die Kaufleute, die Seiler und die Kohlenhändler. Die Kaufleute wiegen gar zu gern nach Rotoli (800 Gramm) aus und lassen sich Kilopreise bezahlen, die Seiler kaufen auf den Dampfern ausgemusterte Taue, drehen sie auf und verarbeiten sie zu neuen, indem sie die gefertigten Stricke mit Zitronensaft glänzend frisch färben. Die Kohlenhändler gar packen Lavasteine unter ihre Buchenkohle und drücken beim Wiegen das Knie gegen die Säcke, um sie schwerer zu machen. Es heifst eben im Süden: Augen auf! und: sich auf keinen andern verlassen! L'occhio del padrone ingrassa il cavallo.[1])

Die Ölmüller freilich haben es besonders leicht, etwas auf die Seite zu bringen, wenn es an der nötigen Überwachung fehlt. Wie schnell sind von den aufgehäuften Oliven ein oder zwei Hände voll weggenommen und in die gemeinsame Vorratskammer, den sgarbu, geworfen. Ciccia Paula, eine unserer Mägde, erzählte uns, ihrer Grofsmutter sei einmal in der Ölmühle ein ganzer Sack voll Oliven verschwunden, niemand wufste wohin. Läfst sich's der Eigentümer gar beifallen, die Mühle auf einige Minuten zu verlassen, so wird schnell der Verschlag geöffnet, aus dem Ölfafs ein cafisu oder auch ein ganzer geschöpft und in die Ecke getragen, wo die grofsen Tonkrüge stehen, in denen die Kompagnone das ihnen zukommende Öl sammelt. Daneben sind noch manche kleine Durchstechereien möglich und daher üblich, deren Aufzählung zu weit führen würde.

Gegen mich haben sich die trappetari sehr aufrichtig und zuvorkommend gezeigt, nicht sowohl in Erwartung des ihnen gebührenden

[1]) Das Auge des Herrn läfst das Pferd gedeihen.

Trinkgeldes als aus dem einfachen Grunde, weil ich ihnen ebenso wenig etwas wegnehmen konnte wie sie mir. Daher erklärten sie mir freundlich, was mir an ihrer „Kunst" noch dunkel geblieben war. Sie beschwichtigten z. B. mein Bedenken, dafs durch das Mahlen doch einiges Öl in dem Becken zurückbleibe — allerdings merkwürdig wenig trotz des gewaltigen Drucks — damit: dieses Öl sauge die beinahe trockene Masse des dritten Mahlganges vollständig auf. Und als ich mein Verwundern äufserte, wie denn die Kuh es aushalte, täglich neun Stunden im Kreise herumzulaufen — ich hatte in Tripolis in einer Mühle gesehen, dafs dem mahlenden Kamel die Augen mit vorgebundenen Körbchen bedeckt waren, damit es nicht schwindlig werde, — meinten sie treuherzig, das schade dem Gehirn der Kuh gar nichts. Ein Beweis, dafs das Kamel — trotz seines schlechten Rufes — auf einer höheren geistigen Stufe steht als das liebe Rindvieh.

Höchst eigentümlich sind die Lohnverhältnisse. Eines der Anzeichen, wie tief die Kultur in Süditalien, namentlich in den kleinen Städten und auf dem Lande steht, sind die Tauschgeschäfte. Geld ist selten, auch der Begüterte hält es mit Geierkrallen fest. Lieber wird die Arbeit in Naturalleistungen vergütet. Einst hatte ein armer Tagelöhner aus meiner Nachbarschaft den ganzen Tag in einem Garten Zitronen abgenommen. Was brachte er seiner kranken Frau und seiner hungernden Kinderschar nach Hause? Einen Korb voll Zitronen! Infolgedessen afs denn die ganze Familie zum Abendmahl Zitronen, selbst der Säugling bekam in einer Tasse ein Gemisch aus Brot und Zitronensaft zusammengerührt. So dürfen sich die Weiber, die zur Zeit der Mandelernte die Mandeln aufklopfen, als Lohn — die leeren Schalen mitnehmen, die sie dann entweder selbst verwenden, um ihre Suppe damit zu kochen, oder beim Bäcker gegen Brot eintauschen. Wer bei der Olivenernte hilft, erhält statt Geldes einen Teil der Früchte. Diese Portion wird entweder eingesalzen und dient als Zuspeise zum Frühstück oder sie wird, wie wir gesehen haben, in die Ölmühle getragen und hier gegen Öl eingetauscht.

Auch die trappetari sehen während der drei bis vier Monate ihrer aufreibenden Tätigkeit selten oder nie einen Lireschein. $^1/_2$ Cafisu Öl pro Tag steht zunächst dem Eigentümer des trappeto für die überlassene Benutzung zu, $^1/_2$ Cafisu den vier Gesellschaftern. Jeder der zwei Hilfsarbeiter hat für jede verarbeitete Salma ein rotolo, d. h. auf zwanzig tumuli etwa $^3/_4$ Liter Öl zu beanspruchen. Es werden also beim zweiten Messen ein cafisu und vier rotoli, im ganzen neunzehn

Liter vorher abgeschöpft, die den Lohn der sechs Arbeiter und die Miete für den Herrn der Mühle bedeuten. Letzterer hat dafür noch die Kuh und den Treiber zu stellen, so dafs komischerweise auch die arme Kuh für ihr neunstündiges Umkreisen der Mühle in Öl bezahlt wird. Aufserdem erhalten die Arbeiter von dem, der mahlen läfst, freies Essen und Trinken, besonders reichlich Wein, und dürfen eine Menge kleiner Nebenbezüge, aber auch wieder nur in natura, einheimsen. Was beim Messen abtropft, gehört ihnen. Nebenbei bemerkt, verstand der caporale das Eingiefsen. Der Cinchinaru, die ziemlich grofse Schüssel unter dem Trichter, war schon recht voll, als er dem Bauer seine $6^1/_2$ Cafisu in den Ziegenbalg gefüllt hatte. Hierzu kam nun noch die zweite Ernte am Abend. Da wird, damit nicht Wasser mit in die Bälge kommt, nur so lang geschöpft, bis etwa noch 2 cm Öl im Fasse oben anstehen, dann über die Oberfläche mit einem Reisbesen gestrichen, an den sich vermöge der Adhäsion das Öl ansetzt. Der Besen wird mit der Hand ausgedrückt, eingetaucht, wieder ausgedrückt, bis nur noch Wasser im Fafs vorhanden ist. Das mit dem Besen erlistete Öl nimmt seinen Weg aber nicht in den Trichter, sondern in den cinchinaru; denn nach einem alten Gewohnheitsrecht gehört es gleichfalls den Ölmüllern. Dafs diesen endlich die nozzolata, die Überreste der dritten Pressung, als Eigentum verbleibt, wurde schon bemerkt.

Es ist also ein — für sizilianische Verhältnisse wenigstens — ganz einträgliches, aber etwas kompliziertes Geschäft, diese Ölmüllerei. Was den Beteiligten am Ende bleibt, sind neben dem schönen Bewufstsein, mehrere Monate für recht gutes Essen und Trinken nichts bezahlt zu haben, drei bis vier Krüge voll Öl und ein halber Stall voll Olivenlohe. Ich glaube auch, dafs die biederen Trappetari, wenn im Dezember ihre Mühle wieder auf neun Monate geschlossen wird, nur einen ganz kleinen Teil ihrer Schätze in bar umsetzen, dafs sie diese vielmehr entweder selbst verbrauchen oder gegen die verschiedensten Lebensbedürfnisse austauschen: an den Müller um Mehl, an den Bäcker um Brot, an den Metzger um Fleisch, an die Fischer um Fische usw.

Allgemein wird das fertige Öl aus den Bälgen nicht in Fässer, sondern in die über einen Meter hohen, eigens dafür bestimmten Tonkrüge (giarri) gegossen und darin verwahrt. Steht das anfangs noch schmutzig-braune Öl einen Monat darin, so hat sich die eigentliche Klärung ohne weiteres Zutun von selbst vollzogen, und man kann beim Krämer das ogghiu novu, das goldgelbe Neuöl kaufen, das Liter zu 1 Lira bis 1 Lira 20 cts., je nach der Ernte.

Bekannt ist der Aberglauben der Ölmüller. „Im Trappeto hat man eine verdammte Furcht vor dem bösen Blick. Deshalb wird da beständig Weihrauch verbrannt, und alle Wände sind mit Heiligenbildern tapeziert“ (Pitré, Usi e costumi siciliani B. III S. 216). Ich bemerkte nur drei Heiligenbilder: eine Immacolata an der Mauer und an dem einen Pfeiler der Presse Sankt Cosmo und San Damian, wie immer vereinigt, darunter einen Buntdruck mit der Kreuzigung. Ich befragte meine öltriefenden Freunde wegen des Weihrauchs.

„Weihrauch brennen wir nicht. Aber am ersten Tag, ehe wir anfangen, legen wir einen Ölzweig, einen Palmzweig und etwas Salz in ein Kohlenbecken (braciere), zünden das alles an und tragen das Becken durch die Mühle, um den bösen Blick zu bannen. Natürlich mufs ein Zauberspruch dazu gemurmelt werden.“

„Und wie lautet der Zauberspruch?“

„Das weifs ich nicht. Da kommt ein alter Bauer aus dem Gebirge, der macht die Beschwörung.“

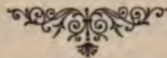
„Das ist alles?“

„Von Zeit zu Zeit wiederholen wir die Zeremonie, namentlich, wenn das Geschäft schlecht geht oder wenn an der Maschine etwas zerbricht.“

„Und die beiden da, sind das die Ölheiligen?“

„Nein. San Cosmo und San Damian waren zwei berühmte Ärzte. Die helfen im allgemeinen gegen jede Krankheit. In den drei Monaten, wo wir hier sind, darf keiner krank werden.“

Das war die letzte Auskunft, die ich mir in der Ölmühle holte. Mit einem Rundblick auf die altertümlichen Geräte in dem hohen, dämmrigen Raum und die echt Meunierschen Gestalten, die darin hantierten, nahm ich Abschied. Wufste ich nun doch aus dem Grunde, wie die merkwürdige goldene Flüssigkeit zustande kommt, die mir meinen Salat würzt.





Weltenstäubchen.

Von **Otto Falb** in Berlin.

(Schlufs.)

Während man in der Anschauung des Mittelalters die Erde für das Zentrum des Planetensystems hielt und der Glaube an die Bewohnbarkeit der anderen Planeten und Himmelskörper als Ketzerei angesehen wurde, hat die allmählich Raum gewinnende wissenschaftliche Forschung, die an Stelle spekulativer Betrachtungen und unfruchtbarer metaphysischer Grübeleien trat, den Erdball von seinem privilegierten Standpunkt im System verdrängt. Wir gehen nunmehr freilich nicht so weit wie der französische Gelehrte Fontenelle, der in seinen Dialogen „Über die Mehrheit der Welten“ seine Ansichten über die Bewohner der einzelnen Planeten äufserte, wir räumen blofs ein, dafs die Ansicht, organisches Leben finde sich nur auf unserem Erdball, jedenfalls verfehlt ist. Die Sterne, die wir in schweigender Nacht am Himmel erblicken, sind jedenfalls nicht bewohnt, denn es sind Sonnen. Aber warum sollten sie nicht von Planeten, und diese wiederum von Trabanten begleitet sein? Und soll in diesem unendlichen Raume das Leben nur auf unseren Weltkörper beschränkt sein, der dem Weltall gegenüber wie ein Sandkorn im gewaltigen Ozean verschwindet?

Man mufs sich dabei aber sehr vor Übertreibungen hüten.

Zunächst darf man nicht von „Menschen“, sondern höchstens von „menschenähnlichen Wesen“ sprechen, denn die Gestaltung des Organismus wird von verschiedenen Einflüssen, die auf den betreffenden Planeten herrschen, abhängig sein, und man darf nicht annehmen, dafs diese Einflüsse einem Gleichheitszustande unterliegen.

Um zu zeigen, wie leicht man sich gerade auf diesem Gebiet zu Phantasien fortreifsen lassen kann, will ich einen Bericht anführen, der sich in den „Proceedings of the Kingstown Association“ XII. 1862 befindet und der für uns noch dadurch von Interesse ist, dafs er an einen Meteorfall anknüpft.

Dr. **Hopkins**, Mitglied der „Wissenschaftlichen Gesellschaft" zu Kingstown, berichtet folgendes:

„Am 10. August vorigen Jahres, $11^1/_2$ Uhr abends, schickte ich mich an, nach Port Royal zurückzukehren, indem ich längs des kleinen Flusses von Sixtien Mill-Walk hinging. Ich war begleitet von dem Geistlichen John Ergail und seinem Schwager W. Yorell, Richter zu Linguania-Side. Der Himmel war völlig heiter, und ungeachtet der Klarheit des Mondes, welcher gegen Westen niedersank, unterschied ich deutlich die Sterne zweiter Gröfse. Mein Blick ward gegen das Zenit von einer prächtigen Sternschnuppe angezogen, welche das Sternbild der Kassiopeia eben durchzog; dann sah ich zu uns mit äufserster Schnelligkeit eine leuchtende Kugel niedersteigen, welche ungefähr zwei Drittel des Monddurchmessers zu haben schien. Zuerst erschien sie rauchig rot, dann ging ihre Farbe plötzlich in blendendes Weifs über; endlich schien sie während einer halben Sekunde stehen zu bleiben und zerplatzte mit einem leichten Knall, indem sie nach drei Hauptrichtungen Strahlen entsandte. Sieben bis acht Sekunden nach dieser Erscheinung vernahmen wir etwa 50 Fufs hinter uns das Geräusch von zerschlagenen Ästen und von dem Fall eines schweren Körpers, der auf einen weichen Boden niederfiel. Fast gleichzeitig hörten wir eine starke Explosion. Sie hatte etwa scheitelrecht über unseren Köpfen stattgefunden. Meine beiden Begleiter und ich traten nun zu der Stelle, wo wir schon annahmen, dafs ein Meteorstein gefallen sei, und sahen sofort einen prächtigen Indigostrauch niedergeschlagen, der buchstäblich in Stücke zerrissen war. Dicht neben ihm war eine schwarze Masse eingeschlagen, deren unregelmäfsige Oberfläche etwas mehr als eine Quadratelle mafs und ungefähr einen Fufs aus der Erde hervorragte. Wir benutzten die letzten Strahlen, welche der untergehende Mond uns noch zusandte, um den Gegenstand näher zu betrachten; aber W. Yorell bedeutete uns, dafs die Prüfung nur bei hellem Tage vorgenommen werden müsse. Mit dem Scharfsinn, welcher den Instruktionsrichter auszeichnet, fügte er hinzu, dafs wir durch das Betreten des Erdbodens in der Dunkelheit wichtige, kostbare Spuren zerstören würden, die uns später darüber Aufschlufs geben könnten, was sich beim Fall des Meteorsteins zugetragen habe. Wir pflichteten ihm bei und traten einige Schritte zurück. Ich trug dennoch Sorge, zuvor zu konstatieren, dafs die Temperatur der Masse bei weitem nicht so hoch war, als ich aus der rötlich weifsen Farbe, welche den Augenblick der Explosion charakterisierte, vermutet hatte. Es ist wahr, meine Hand konnte die

Berührung nicht ertragen, aber der feuchte Boden hauchte kaum einen leichten Dunst aus, der nur in der Richtung der Mondstrahlen sichtbar wurde. Ich schätzte die Hitze 5 Minuten nach dem Falle auf höchstens 220 Grad Fht."

Dr. Hopkins behauptet nunmehr, dafs nach Ausgrabung und Untersuchung des Steins eine höchst merkwürdige Entdeckung gemacht worden sei. Man habe nämlich auf der einen Fläche des Körpers eine sauber eingravierte Zeichnung gefunden, die augenscheinlich eine aufserirdische Landschaft darstellte. Auch eine Art merkwürdiger Geschöpfe sollte nebst ihren Wohnungen darauf abgebildet gewesen sein, und alles in allem gelangte der Gelehrte zu folgenden Resultaten:

1. Der Stein stammt von einem Gestirn, an dessen Oberfläche sich eine Vegetation befindet, welche die Bildung von Kohle und vegetabilischem Harz zuläfst.
2. Das Gestirn ist von begeistigten und gebildeten Geschöpfen bewohnt, welche die Baukunst, die Zeichenkunst, die Perspektive kennen, also auch in der Geometrie vorgeschritten sind.
3. Die Bürger der unbekannten Welt bewohnen unterirdische Räume, und sie sammeln sich zeitweise an der Luft, an Stellen, die zu einer Versammlung besonders eingerichtet sind.
4. Sie scheinen zu den Wirbeltieren zu gehören, und ihr Körper ist doppelt symmetrisch gebaut, nach dem Längen- wie nach dem Querdurchschnitt.
5. Sie sind so organisiert, dafs sie ihre vier Glieder im Kreise bewegen können, um sich selbst in eine schnelle Bewegung zu setzen. Bei dieser Bewegung ist ihre Körperrichtung dieselbe wie bei den Vierfüfslern. In der Ruhe und allenfalls auch in der langsamen Bewegung stellen sie sich als Vierhänder mit zwei Köpfen dar, indem sie nach Belieben auf dem einen oder dem anderen Paar ihrer Glieder stehen können.
6. Endlich ist es wahrscheinlich, dafs ihr Wuchs nicht höher ist als ein Viertel der Gröfse eines Menschen.

Und was bleibt bei genauerer Betrachtung von dieser interessanten Entdeckung und den daran geknüpften Schlufsfolgerungen übrig?

Die derben Eisenmeteoriten sind fast ausschliefslich aus Eisen und Nickel zusammengesetzt. Eisen und Nickeleisen verhalten sich jedoch verschieden gegen chemische Agentien. Wenn man also eine

polierte Meteoreisenplatte chemisch behandelt, so werden in deren regelmäfsiger Struktur eigentümliche Figuren sichtbar, die man ihrem Entdecker zu Ehren „Widmanstättensche Figuren" genannt hat. Wer einigermafsen Phantasie besitzt, kann ja in diesen Figuren allerlei Bilder erkennen, nur mufs er sich hüten, diese Zeichen für Kundgebungen menschlichen Geistes zu halten.

Wie wir bereits oben erwähnt haben, verdanken wir den Arbeiten des berühmten Astronomen Schiaparelli mancherlei Aufklärung über das Phänomen der Sternschnuppen. Schiaparelli hat nunmehr nachgewiesen, dafs zwischen den regelmäfsig erscheinenden Meteorströmen und bestimmten periodischen Kometen ein enger Zusammenhang besteht. Er erklärte die Meteorströme für die Auflösungsprodukte des Kometen. In populär-astronomischen Büchern findet man nicht selten die Behauptung, nach Schiaparellis Ansicht seien die Sternschnuppen nichts anderes als die verloren gegangenen Reste der Kometenschweife. Das ist total falsch und beweist, dafs die Schreiber dieser Zeilen über das Phänomen der Radiation, bei welchem alle Sternschnuppen aus ein und demselben Teile des Himmels auszustrahlen scheinen, nicht nachgedacht haben. Die Erscheinung der Radiation setzt nach Schiaparellis eigener Erklärung einen fadenförmigen Strom voraus, bei welchem alle Bahnen als unter sich in jedem gegebenen Punkte parallel angesehen werden können. Ein solcher Strom kann jedoch nicht entstehen, wenn Teilchen des Kometenschweifes im Weltenraum zurückbleiben. Hierbei ordnet sich vielmehr die Materie in Form einer breiten Schicht an, welche sich in der Ebene der vom Kometen durchlaufenen Bahn befindet.

Die Ansicht, dafs die Sternschnuppen keinesfalls von Kometenschweifen herrühren, hält Schiaparelli noch heute aufrecht. Er sagt in einem kürzlich an den Verfasser dieser Zeilen gerichteten Brief wörtlich: „Sie haben vollkommen recht. Noch heute bin ich der Ansicht, dafs die Schweifbildung der Kometen und Entstehung der Meteorströme Vorgänge verschiedener Natur sind. Die Entstehung des Schweifes selbst beweist, dafs die Bahn der Schweifteilchen nicht dieselbe sein kann wie die Bahn des Kometenkopfes, mit welcher doch immer die Meteorbahnen verglichen werden. Höchstens könnte man zugeben, dafs dieselben Kräfte, welche die Hüllen des Kopfes anschwellen lassen, auch dazu beitragen, die Meteorkörperchen aufserhalb der Anziehungssphäre des Kerns zu bringen, wodurch erst die Meteorströme entstehen können."

Der Direktor der k. k. Sternwarte zu Wien, Prof. Dr. E. Weifs,

äufserte sich in bezug auf diese Frage dem Verfasser dieses Artikels gegenüber folgendermafsen: „Ich stelle mir einen Kometen nicht als einen aus einem kompakten soliden Kern bestehenden Körper vor, sondern als einen, der wie unsere Wolken aus einem riesigen Schwarme von kleinen isolierten Körperchen besteht, die allerdings durch die Schwere soweit zusammengehalten werden, dafs sie eine gemeinsame Bahn um die Sonne beschreiben. Diese isolierten Körperchen sind nun umgeben und eingehüllt in Gase wie in eine Atmosphäre. Kommt ein solcher Körper in die Sonnennähe, so wird durch elektrische und Repulsivkräfte einerseits der Zusammenhang der isolierten Körperchen gelockert, anderseits auch die Gashülle, die leichter beweglich ist, in weite Fernen zerstreut. Diese Gashülle und nicht die isolierten Körperchen sind es, die wir als Schweif sehen: den Schweif stelle ich mir wohl als Teil des Kometen, aber als einen gasförmigen vor, und er würde, falls wir durch ihn hindurchgehen, zu keinen Sternschnuppenfällen Veranlassung geben."

Aus diesen Stellen geht wohl zur Genüge hervor, wie falsch die Anschauung ist, die Sternschnuppen seien Teile des Kometenschweifes. Wer dies behauptet, kennt weder die Theorie Schiaparellis, noch hat er genauer über das Phänomen der Radiation und Kometenschweife nachgedacht.[1])

Die Ansichten Schiaparellis über die Bildung der Kometen fafst Professor Förster in folgende Sätze zusammen: „Der Weltraum ist in dem ungeheuren Raum zwischen den Sonnensystemen und zwischen den begrenzten kosmischen Wolken- oder Nebelgebilden von Scharen kleinster Weltkörper in gröfserer oder geringerer Dichte und Ausdehnung erfüllt, die sich dort, unter der Wirkung gewisser ursprünglicher Bewegungsimpulse und unter den Anziehungswirkungen der benachbarten Sonnensysteme, so lange ohne wesentliche Änderung der Struktur ihrer Ansammlungen einherbewegen, bis sie durch allmähliche Annäherung an einen solchen Ausgangspunkt stärkerer Anziehungswirkungen, wie unser Planetensystem, in besondere enge Bahnstrafsen, die sie dann um den Schwerpunkt eines solchen Planetensystemes beschreiben, zusammengedrängt werden. Je näher

[1]) Vgl. hierzu:
Sirius. Zeitschrift für populäre Astronomie. 1904 Heft 6: Otto Falb, Kometenaberglaube.
Gäa. Zeitschrift für Natur und Leben. 1904 Heft 12: Otto Falb, Wissenschaftliche Trugschlüsse.
Beilage zur Allgemeinen Zeitung (München) 1904 No. 150: Otto Falb, Meteorschwärme und Kometenschweife.

sie in solchen Bahnstrafsen an den Schwerpunkt eines Planetensystemes (der bei uns noch innerhalb der Sonnenmasse liegt) herankommen, desto mehr drängen sich ihre Bahnen zusammen, und es bilden sich danach in diesen Bahnstrafsen gewisse Verdichtungen und haufenweise Ansammlungen, in denen die einzelnen Körperchen alsdann durch die gegenseitige Massenanziehung vorübergehend oder dauernd miteinander zu einer Art von Gesamtmasse sehr losen Gefüges verbunden werden. So kommt es denn, dafs in einer und derselben Bahnstrafse, wie wir jetzt schon in einigen Fällen wahrgenommen haben, mehrere verschiedene Kometen wandeln, welche in Intervallen von mehreren Jahren oder Jahrzehnten aufeinanderfolgen, je nach den verschiedenen Zeitpunkten, in denen ihre Schichten oder Scharen von der Anziehungskraft des selber im Weltraum bewegten Planetensystems aus grofsen Fernen herangezogen werden."

Wir wollen uns zum Schlufs nunmehr noch einem Thema zuwenden, das auf den ersten flüchtigen Blick hin gar nicht hierher zu gehören scheint. Wir werden jedoch sehen, wie sich seine Besprechung rechtfertigt, und wir werden dabei auf den ursächlichen Zusammenhang zwischen scheinbar völlig auseinanderliegenden Erscheinungen aufmerksam gemacht werden.

Professor Bernhard Cotta erwähnt in seinem Werke „Geologische Bilder" eine sehr sinnreiche Art und Weise, das Maximum der Wärmeabnahme, der unser Erdball durch Ausstrahlung gegen den Himmelsraum unterworfen ist, zu berechnen.

Es hat sich durch theoretische Überlegungen herausgestellt, dafs sich die Umdrehungszeit der Erde um sich selbst (Rotation) seit zweitausend Jahren noch nicht um den hundertsten Teil einer Zeitsekunde verändert hat. Zieht man nun in Betracht, dafs jede Abkühlung eines Körpers notwendigerweise eine Verkleinerung seines Volumens bedingt, und dafs anderseits ein um eine Achse rotierender Körper, der eine Verkürzung seines Durchmessers erleidet, nach mechanischen Gesetzen eine Beschleunigung seiner Umdrehung erfährt, so ist klar, dafs die Erde keinen Temperaturverlust erlitten hat. Denn dieser würde von einer Verkleinerung des Volumens und damit von einer Beschleunigung der Rotation begleitet worden sein.

So schliefst Cotta, indem er sich auf die Behauptung des französischen Mathematikers Laplace stützt, nach welcher sich in den letzten 2000 Jahren der Sterntag nicht um $^1/_{100}$ Sekunde geändert haben soll.

Mit der Bezeichnung „Sterntag“ benennt man denjenigen Zeitraum, in welchem sich eine volle Umdrehung der Erde um ihre Achse vollzieht. Denn innerhalb dieser beständig gleichen Periode legt jeder Fixstern genau 360 Grad am Himmel zurück. Wird nun dieser Zeitraum kürzer, so bedeutet das eine schnellere Rotation der Erde, und eine solche könnten wir ja wiederum aus der durch den Temperaturverlust bewirkten Volumensverringerung erklären.

Nach den Rechnungen des ausgezeichneten englischen Mathematikers Adams ist jedoch der Sterntag gegenwärtig um 0,012 Sekunden länger als zu Hipparchs Zeit. (Hipparch lebte im zweiten Jahrhundert v. Chr.)

Wie reimen wir nun diese Beobachtungen zusammen? Die Vermutung spricht doch dafür, dafs die Erde einen Temperaturverlust durch Ausstrahlung erlitten hat und demgemäfs die Rotation infolge der Volumensverringerung beschleunigt worden ist, was anderseits wieder eine Verkürzung des Sterntages zur notwendigen Folge hat. Aber der Sterntag ist ja länger geworden, das heifst also, die Rotation geht langsamer vor sich. Wo ist nun das Agens zu suchen, welches der Verkleinerung des Volumens entgegenarbeitet, also indirekt auf die Rotation einwirkt?

Der Weltenraum ist nicht leer, was, wie oben erwähnt, Laplace annahm, als er behauptete, die Erde wie alle Planeten nähere sich in regelmäfsigen Perioden abwechselnd um einen kleinen Betrag der Sonne und entferne sich dann wieder, verharre jedoch im ganzen stets in einer bestimmten mittleren Entfernung, die ewig gleich sei. Ein leerer Raum ist nicht vorhanden. Wir wollen hierbei von dem hypothetischen Äther ganz absehen und uns nur an jene Partikelchen halten, die, wie oben erwiesen, im Weltenraum zu finden sind: Meteorsteine, Sternschnuppen, kosmische Staubwolken.

Allerdings ist der Einflufs, den solch ein herabfallender Körper auf die Schwungkraft der Erde ausübt, an und für sich nur klein, aber wir müssen die unzählige Menge der Teile und die unendliche Zeit in Betracht ziehen. Der Effekt der Meteorfälle läuft neben der durch die Reibung der Gezeiten bedingten Verzögerung der Erdrotation auf eine stete Abnahme der Schwungkraft unseres Mutterplaneten hinaus.

Der herabgefallene Staub vergröfsert die Masse der Erde, ein Umstand, der indirekt wiederum auf die Achsenumdrehung einwirkt.

Professor von Oppolzer hat dies Vorhandensein kosmischen Staubes auch zur Erklärung einer Erscheinung benutzt, die der

Astronom unter dem Ausdruck „Akzeleration der Mondbewegung" begreift. Infolge der vergröfserten Anziehungskraft der Erde müsse auch der Mond schneller um dieselbe laufen. Diese Bemerkung war deshalb von Wichtigkeit, weil man tatsächlich eine Beschleunigung der Mondbewegung von ungefähr 20 Sekunden in einem Jahrhundert beobachtet hatte, und diese nur teilweise durch die Abnahme der Exzentrizität der Erde und durch Gezeitenreibung erklären konnte.

So sehen wir einen kausalen Zusammenhang zwischen weit auseinanderliegenden Erscheinungen und gewinnen zugleich Verständnis dafür, von welch hohem Interesse die Erforschung dieser Tatsachen ist. Für den Naturforscher stellt sich, nach Humboldts schönem Ausspruch, die Natur als ein durch innere Kräfte belebtes und bewegtes Ganzes dar.





Physiologische Wirkungen der Radiumstrahlen.

Während Licht- und Röntgenstrahlen in geeigneter Form schon längst entsprechende Anwendung in der Medizin gefunden haben, wendet man neuerdings dem so viel gepriesenen und begehrten Radium in gleicher Weise sein Interesse für die Behandlung von Krankheiten zu. Das hat seine Berechtigung durch nachweisbare physiologische Einwirkungen, welche das Radiumsalz auf organische Gebilde und gewisse Bestandteile der Zellensubstanz äufsert.

Nachdem von G. Schwarz[1]) bereits eine eigentümliche, zerstörende Wirkung des Hühnereidotters bei Radiumbestrahlung wahrgenommen wurde, wobei es sich weiter herausstellte, dafs Lezithin, ein Hauptbestandteil wichtiger organischer Verbindungen, besonders angegriffen war, mutmafste man weiter, ob nicht die therapeutische Verwendung als radio-aktiv erkannter Schlammarten, wie des Fango aus Battaglia, neuerdings besonders des Schlammes aus der Tiefe des Badener Thermalwassers, ihre wissenschaftliche Begründung schliefslich in den vorstehenden Tatsachen finden könnte.

Systematisch wurden indessen erst die bezüglichen Untersuchungen von A. Schaper[2]) weitergeführt, welcher naturgemäfs die Bestrahlung organischer Substanz niederer Tiere experimentell weiter ausbaute. Schaper bestrahlte unter anderem die Eier und Larven von Rana esculenta, sogenannte Kaulquappen, in verschiedenen Altersstadien, indem er sie in die Nähe einer Radiumkapsel mit 10 mg Radiumbromid (Buchler & Co.) brachte. Wie immer bei dieser Aufbewahrungsart geht leider der Teil der α-Strahlen durch Absorption in der Glimmerscheibe fast vollständig verloren, ebenso kann die Emanation nicht nach aufsen dringen; so wurden hauptsächlich die Wirkungen der β- und γ-Strahlen studiert. Es zeigte sich ein ausgesprochenes vermindertes Wachstum der Eier und Larven schon in der Zeit von 2—5 Tagen, ja es trat sogar eine Art

[1]) Pflüger, Archiv Bd. 100.

[2]) Deutsche med. Wochenschr. 39. XXX. 04 ff.

Schrumpfung mit körniger Degeneration der ausgeschlüpften Larven selbst ein. Ebenso wurden Heilungs- und Regenerationsvorgänge verlangsamt. Amputierte man einer derartigen Amphibienlarve den Schwanz, so zögerte die Neubildung desselben, während er bei den Kontrolltieren ohne weiteres wieder wuchs. Bezüglich der Emanation wurden auch einzelne Versuche angestellt, doch waren die Resultate noch nicht in gleichem Mafse überzeugend. Indessen fanden Dorn und Wallstahl, dafs die mit Wasser genossene Emanation bei Kaninchen wirkungslos blieb, während Atmungsluft, welche vor dem Eintritt in den Versuchsraum durch eine Radiumsalzlösung strich, auf weifse Mäuse eine tödliche Wirkung entfaltete. Bei der Sektion zeigte sich starke Blutfülle der Lungengefäfse. Auch von Curie wurde diese Giftigkeit bestätigt.

Während auf dem vorjährigen Dermatologen-Kongrefs in Berlin die Meinungen über Radiotherapie noch geteilt waren und namentlich in physikalischer Beziehung sonderbare Mängel zutage traten, hat unterdessen Czerny in Heidelberg sehr beachtenswerte Erfolge in der Behandlung von Hauterkrankungen (Lupus, Entstellungen, Geschwülste) aufzuweisen, welche, durchaus einwandsfrei, lange genug zurückliegen, um dem Radium seinen gebührenden Platz neben den anderen Strahlenarten zu sichern. Auch Verfasser hat seit nunmehr 3—4 Jahren durchaus befriedigende Resultate aufzuweisen.

Diese analogen Wirkungen in physiologischer wie chemisch-physikalischer Beziehung der an sich doch verschiedenartigen Strahlungen, wie gewöhnliches Licht, Röntgen-, Radium- und Kathodenstrahlen überhaupt, also der Ätherwellen- gegenüber den Korpuskularstrahlen, setzt zum mindesten physiologisch eine Einheit der Wirkungsart voraus: nämlich, dafs erstens solche Einflüsse nur auf dem Wege ultravioletter Strahlenäufserung zustande kommen, ferner, dafs alle diese Strahlen sich im Momente ihrer Absorption in ultraviolette Strahlen transformieren und lediglich die Tiefenwirkung im Organismus davon abhängt, wie weit die Träger der ultravioletten Genossen gelangen.

Man hat die Korpuskularstrahlen mit Projektilen verglichen; in unserem Falle der Tiefenwirkung würden sie eine Art „Sprenggeschosse“ sein, welche beim Einschlagen neue, in sich gespannte Kräfte auslösen. So liefse sich vielleicht auch die merkwürdig übereinstimmende „Sensibilisierung“ organischer und unorganischer Gebilde mittels fluoreszierender Farblösungen, von der schon früher hier die Rede war, in gewissem Sinne erklären.

Die Alpen auf dem Monde, das nördlichste der Mondgebirge, zeigen bekanntlich ein etwa von Osten nach Westen verlaufenden Quertal, die sogenannte Gletscherspalte, wie der 4 km breite und 150 km lange Einschnitt recht wenig glücklich genannt wird. Perrine glaubte nun zum ersten Male am 23. April 1904 mit dem 36-Zöller der Lick-Sternwarte bei 270facher Vergröfserung eine feine Rille am Boden der Spalte entlang laufen zu sehen. Spätere Beobachtungen, namentlich mit dem Zwölfzöller, bestätigten dies. Und zwar läuft die Rille, deren Breite nicht über 200 m mifst, über die ganze Länge der Spalte; nur an drei Stellen ist sie unterbrochen, wo dann kleine Kraterchen in der Lücke liegen, ohne sie ganz auszufüllen. Keine der auf der Lick-Sternwarte aufgenommenen Photographien zeigt diese feine Rille, so dafs sich hier wieder die Überlegenheit des Auges in der Wahrnehmbarkeit allerfeinster Details bekundet. Auch die Entdeckung eines neuen kleinen Kraters auf dem Randwall des Plato ist auf der Lick-Sternwarte visuell gelungen. Hier haben wir es zweifellos mit einer Neubildung, die im vergangenen Jahre erfolgte, zu tun, während die Rille in dem Alpental wohl nur ihrer Feinheit wegen bislang der Beobachtung entgangen war.

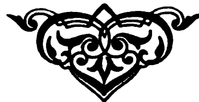


Ein siebenter Satellit des Jupiter. Kaum hat sich die astronomische Welt von dem Staunen erholt, in das sie die Entdeckung eines 6. Mondes des Jupiter versetzt hat (vgl. S. 236), und schon besagt eine telegraphische Meldung der Lick-Sternwarte vom 28. Februar, dafs derselbe Entdecker Perrine mit dem gleichen Crofsley-Reflektor einen weiteren 7. Satelliten des Riesenplaneten gefunden hat. Wir müssen hier zunächst unseren damals geäufserten Zweifel, ob es sich bei dem 6. Mond um einen Mond oder vielleicht um einen sehr fernen kleinen Planeten handle, zurücknehmen. Nach endlich hier eingetroffenen ausführlichen Mitteilungen über die Entdeckung des 6. Mondes ist nämlich die Mitteilung seitens der Lick-Sternwarte erst veröffentlicht worden, nachdem festgestellt war, dafs die anfänglich von Jupiter weggekehrte Bewegung des Objektes sich in eine ihm zugewandte verwandelt hatte, wodurch die Zugehörigkeit zum Jupitersystem aufser Frage kommt. Während nun aber der 6. Satellit sich nahe in der Ebene der Ekliptik und somit in der der Bahnen der anderen Monde bewegt, hat die des siebenten nach dem Telegramm eine starke Neigung zum Jupiteräquator. Die erste Auffindung gelang am 2. Januar. Am 25. Februar stand der Trabant 21 Bogenminuten, im Positionswinkel 62°, von Jupiter entfernt, d. h. ostnord

östlich und bewegte sich täglich eine Bogenminute nach Südosten. Der Mond ist nur 16. Gröfse (während der 6. von der 14. Gröfse ist). Unter Annahme gleicher Albedo, d. h. gleicher Fähigkeit, das Sonnenlicht zurückzuwerfen, wie bei den Asteroiden, ergäbe sich hiernach der lineare Durchmesser des Objekts zu rund 50 Kilometern, während die von Galilei entdeckten 4 grofsen Monde 3800—5600 Kilometer Durchmesser haben und den Erdmond etwas an Gröfse übertreffen. Den 5., 6. und 7. Satelliten des Jupiter wird man mit diesen 4 alten Monden sonach nicht in eine Linie stellen dürfen, ja man kann ihnen geradezu ein geringeres Alter der Zugehörigkeit zum Jupitersystem zuschreiben als jenen. Die letztgenannten 3 sind später hinzugekommen.

Wir brauchen nur daran zu erinnern, welche Rolle Jupiter im Sonnensystem durch Einfangen der periodischen Kometen spielt; kommt ein Komet auf seiner ursprünglich parabolischen Bahn dem Jupiter nahe, so kann er von diesem derart stark abgelenkt werden, dafs die Störungen im Verein mit der weiter wirkenden Sonnenanziehung die Kometenbahn zur geschlossenen Ellipse um die Sonne deformieren. Es kann aber auch die Annäherung eine so starke sein, dafs Jupiter der Haupt-, die Sonne der störende Körper wird und die Bahn nunmehr zur geschlossenen Ellipse um Jupiter wird. Dann hätte Jupiter von der reichen Beute an eingefangenen Kometen, die er getreulich seiner Herrin abgeliefert hat, einige Stücke auch für sich behalten. Wären demnach die drei 1892, 1904 und 1905 entdeckten Trabanten (wie man sie zum Unterschiede von den grofsen Monden vielleicht nennen könnte) Kometen? Mit nichten, wenigstens jetzt nicht mehr! Sie würden nur die Reste oder nur Teile der ursprünglichen Kometenkerne sein. Denn was an diesen eingefangenen Kometen flüchtig war, das ist längst unter der teilenden Kraft, die die vier alten Monde im Verein mit Jupiter auf die luftigen Kometengebilde ausüben, als Sternschnuppen davongeflattert. Dafs es Kometen gibt, deren Bahnen durch das System der Jupitermonde hindurchführen, zeigt das Beispiel der Kometen Lexell 1767 und Brooks 1886. Andere mögen uns unbekannt geblieben sein. Es würde günstig für die hier aufgestellte Hypothese sein, wenn sich die Bahnen des 6. und 7. Trabanten bei scharfer Bahnbestimmung als stark exzentrisch herausstellten, und es würde nach derselben nicht verwunderlich sein, wenn sich bei verschärfter Nachsuchung noch mehr solcher Splitterchen finden würden. — Der 6. Trabant ist übrigens von Aitken mit dem 36-Zöller der Lick-Sternwarte auch direkt gesehen worden, der 7. hat bislang nur das Silberkorn photographischer Platten geschwärzt.

Die Helligkeiten der Sterne in den Sternhaufen. Sehr viele Sternhaufen erscheinen in kleinen Fernrohren als Nebelflecke; in mittleren Fernrohren treten zwar viele Sterne deutlich hervor, dieselben sind aber immer noch in einen nebligen Schimmer eingebettet, zu welchem die kleinen dichtgedrängt stehenden Sterne zusammenfliefsen. Perrine ist es jetzt gelungen, von 8 sog. globularen Sternhaufen mit dem Crofsley-Reflektor Aufnahmen zu erzielen, welche selbst die feinsten Sterne getrennt zeigen. Ein sorgfältiges Studium aller Aufnahmen brachte nun die merkwürdige Tatsache ans Licht, dafs in all diesen Haufen die Sterne sich augenfällig in zwei verschiedene Helligkeitsklassen ordnen. Etwa 1/3 liegt zwischen der 11. und 13. Sterngröfse, die übrigen 2/3 gehören der $15^1/_2$ bis $16^1/_2$ Helligkeit an. Da die Entfernung der Sterne eines Haufens vom Auge des Beobachters als gleich anzusehen ist, so mufs dieser Unterschied sich entweder auf eine wirkliche Verschiedenheit der Dimensionen der beiden Kategorien von Körpern gründen, oder auf eine verschiedene Zusammensetzung ihrer Atmosphären, welche die Leuchtkraft der einen Sterne auf die durchschnittlich 40 fache der anderen bringt. Auch Palmer findet auf seinen Aufnahmen des bekannten grofsen Sternhaufens im Herkules 1016 „helle" und 4466 „schwache" Sterne, wobei der Begriff des „hellen" Sterns ein sehr relativer ist, da es sich höchstens um Objekte 11. Gröfse handelt. In diesem Falle drängen sich die helleren Sterne in die Mitte des Haufens, die schwachen umgeben das Zentrum in einem Kreise von 9 Bogenminuten Radius. Dies scheint für ein wirkliches Überwiegen der helleren Sterne an Masse zu sprechen.



 Himmelserscheinungen. 

Übersicht über die Himmelserscheinungen für April, Mai und Juni 1905.[1])

1) **Der Sternenhimmel.** Am 15. April um Mitternacht, am 15. Mai um 10 h abends, am 15. Juni um 8 h abends steht der vorderste Deichselstern des grofsen Himmelswagens gerade im Zenit, der Wagen selbst steht bereits westwärts desselben. Ihn benutzen wir als Ausgangspunkt unserer Orientierung am Firmament, von dem der Sternenglanz des Winterhimmels verschwunden ist. Eine Linie vom unteren Hinterrad des grofsen Wagens durch den vorderen Deichselstern trifft, um sich selbst verlängert, auf den Stern 2. Gröfse Gemma, den Hauptstern der Krone; dieser ist symmetrisch von schwächeren Sternen flankiert, die zusammen einen Halbkreis bilden, das Diadem der Ariadne, das Apollo, als er die Verlassene auf Naxos fand, an den Himmel geschleudert hat. Rechts von der Krone und etwas tiefer das grofse Sternbild des Ochsentreibers, des Bootes, mit dem rötlichen Arctur. Hiervon rechts gerade im Meridian findet das Auge einen grofsen Haufen schwacher Sterne, das Haupthaar der Berenice, in dessen nordwestliche Ecke der Nordpol der sichtbaren Milchstrafse fällt. Da somit dieser Milchstrafsenpol ziemlich hoch, ja fast im Zenit des Beobachtungsortes liegt, so folgt ohne weiteres, dafs die Milchstrafse selbst zur angegebenen Beobachtungsstunde fast mit dem Horizont zusammenfällt und sich nur im Norden ein wenig über denselben erhebt, also kaum sichtbar ist. Gehen wir im Meridian tiefer, so treffen wir auf die Spica, die bereits 10° südlich des Äquators steht und rechts von sich den rechten Winkel der 5 Sterne β, η, γ, δ, ε der Jungfrau hat, eine höchst markante Konstellation. Noch tiefer und ein wenig rechts von Spica bilden die 4 fast gleichhellen Sterne des Raben nahezu ein Rechteck.

Wir suchen von der Jungfrau aus die anderen Sternbilder des Tierkreises. Da treffen wir links ein wenig tiefer ein Sternpaar zweiter Gröfse, dessen Abstand halb so grofs ist wie seine Entfernung von der Spica, die beiden Schalen der Wage und von dieser wieder links und tiefer finden wir 2 mal 3 Sterne in eigenartiger Anordnung, einen ganz hellen roten mit 2 weifsen zu beiden Seiten und eine zweite gerade Linie von 3 Sternen senkrecht vor die erste gestellt. Es ist der Skorpion mit seinem Hauptstern Antares. Rechts von der Jungfrau und etwas höher liegt das grofse Sternbild des grofsen Löwen nach Südwesten, der Hauptstern Regulus in der Südwestecke. Davon rechts und zwar auf halbem Wege nach den beiden Zwillingssternen finden wir einen nebligen Schimmer, den ein Fernrohr in einen weit zerstreuten Sternhaufen auflöst, die Praesepe; nur unbedeutende Sterne 3. bis 4. Gröfse gehören aufser ihr zum Krebs. Die Zwillinge selbst, die sich weiter nach rechts anschliefsen, sind zum Teil schon untergegangen. Die lange Seite ihres Rechtecks steht

[1]) Alle Zeitangaben in M. E. Z. und nach astronomischer Zählweise, d. h. die Vormittagsstunden eines Tages — mit Ausnahme der Sonnen- und Planeten-Aufgänge — um 12 h vermehrt zum vorigen Tage gerechnet.

senkrecht zum Horizont, Castor und Pollux liegen nebeneinander noch über demselben. Unter Jungfrau, Rabe, Löwe und Krebs zieht sich die Wasserschlange hin, deren Hauptstern Unukalhai wir gerade unter Regulus finden.

Im Osten stehen links vom Scorpion und der Wage der Kopf der Schlange, der Schlangenträger und der Hercules, grofse Sternbilder ohne markanten Leitstern. Einen solchen finden wir, uns weiter nach Nordosten drehend, nun in Wega in der Leier; dicht links unter ihr steht der bekannte Augenprüfer, der Doppelstern ε und 5 Lyrae, den ein gutes Auge wohl, ein mittleres schon nicht mehr getrennt sieht. Das Fernrohr zeigt beide Komponenten wieder für sich doppelt. Links unter Wega sind Teile des Schwans mit der Milchstrafse im Aufgehen. Noch weiter links genau im Norden liegt das W der Cassiopea wagerecht in geringer Höhe. Und geht das Auge noch weiter nach links, dann findet es im Nordosten Capella mit β Aurigae links neben sich, am Rande der Milchstrafse zum Untergange geneigt mitten zwischen Cassiopea und Zwillingen.

Wer die genaue Richtung des Meridians finden will, der gelangt dazu mit Hilfe folgender Sterne, die an den betreffenden Tagen genau um 10^h M. E. Z. kulminieren. (Nur die Sterne heller als 3.3^m sind aufgenommen.)

Tag	Name	Grösse	Rektaszension	Deklination	Tag	Name	Grösse	Rektaszension	Deklination
April 9	ψ Ursae maj	3.1	$11^h\ 4^m\ 21^s$	+ 45° 0.8'	Mai 27	α Bootis	1.0	$14^h\ 11^m\ 21^s$	+ 19° 40.6'
10	δ Leonis	2.3	11 9 5	+ 21 2.5	31	γ „	2.9	14 28 17	+ 38 43.5
11	ϑ Leonis	3.3	11 9 17	+ 15 56.8	Juni 4	α Librae	2.3	14 45 39	— 15 38.9
12	ν Ursae maj	3.3	11 13 22	+ 33 36.7	8	β Bootis	3.0	14 58 24	+ 40 46.0
12	δ Crateris	3.3	11 14 57	— 14 16.1	11	δ „	3.0	15 11 42	+ 33 40.3
19	β Leonis	2.0	11 44 14	+ 15 6.1	11	β Librae	2.0	15 11 56	— 9 2.0
20	β Virginis	3.3	11 45 46	+ 2 17.8	16	α Coron. bor	2.0	15 30 42	+ 27 2.2
25	ε Corvi	3.0	12 5 16	— 22 5.7	18	α Serpentis	2.3	15 39 37	+ 6 43.5
27	η Virginis	3.3	12 15 4	— 0 8.5	19	β „	2.3	15 41 50	+ 15 43.2
30	δ Corvi	2.3	12 24 59	— 15 59.4	19	μ „	3.3	15 44 42	— 3 8.3
Mai 1	β Corvi	2.3	12 29 25	— 22 52.5	20	ε „	3.3	15 46 7	+ 4 45.9
6	δ Virginis	3.0	12 50 51	+ 3 54.7	22	δ Scorpii	2.3	15 54 45	— 22 21.1
7	12 Can. ven. sq.	2.9	12 51 36	+ 38 49.9	23	β „	2.0	15 59 57	— 19 32.7
8	ε Virginis	2.6	12 57 28	+ 11 28.1	26	δ Ophiuchi	3.0	16 9 24	— 3 26.9
12	γ Hydrae	3.2	13 13 47	— 22 40.4	27	ε „	3.3	16 13 20	— 4 27.6
14	α Virginis	1.0	13 20 13	— 10 40.1	28	τ Herculis	3.3	16 16 55	+ 46 32.6
16	ζ „	3.3	13 29 53	— 0 6.7	28	γ „	3.1	16 17 46	+ 19 22.7
20	η Ursae maj	2.0	13 43 50	+ 49 47.3	29	α Scorpii	1.3	16 23 37	— 26 13.3
21	η Bootis	3.0	13 50 11	+ 18 52.4	30	β Herculis	2.3	16 26 10	+ 21 41.9

2) Veränderliche Sterne.

a) Dem unbewaffneten Auge und einem Opernglas sind nur die folgenden Minima von 2 helleren Variabeln des Algoltypus zugänglich:

α) Algol ($3^h\ 2^m$ + 40° 35'), Gröfse $2^m.3$—$3^m.4$. Halbe Dauer des Minimums: $4\frac{1}{2}^h$.

April $6^d\ 15^h\ 16^m$, $9^d\ 12^h\ 5^m$, $12^d\ 8^h\ 54^m$, $15^d\ 5^h\ 43^m$, $26^d\ 16^h\ 59^m$, $29^d\ 13^h\ 48^m$.

β) λ Tauri steht der Sonne zu nahe.

γ) δ Librae ($14^h\ 56^m$, — 8° 8') Grösse $5^m.0$—$6^m.2$. Halbe Dauer des Minimums: 6^h.

April	2	14 h	14 m	Mai	7	12 h	5 m	Juni	6	18 h	13 m
	7	5	57		14	11	39		11	9	56
	9	13	48		21	11	14		13	17	48
	14	5	31		23	19	5		18	9	30
	16	13	22		28	10	48		20	17	22
	23	12	56		30	18	39		25	9	5
	30	12	31	Juni	4	10	22		27	16	56

b) Maxima der helleren (> 9m) Veränderlichen von langer Periode.

Tag	Name	Ort für 1905		Hellig-keit d. Max.	Tag	Name	Ort für 1905		Hellig-keit d. Max.
April 1	Z Aurigae	5h 54m	+53° 18'	9	Mai 10	W Coronae	16h 12m	+38° 2'	7—8
2	U Monoc.	7 26	— 9 35	6—7	14	V Camelop.	5 50	74 30	9
	W Orionis	5 0	+ 1 3	6	17	V Aurigae	6 17	47 43	8—9
5	RU Androm.	1 33	+38 11	9	19	R Urs. mai	10 38	69 17	7
	RR Cephei	2 31	80 44	9	20	V Ceti	23 53	— 9 30	8—9
10	R Androm.	0 19	38 3	7	21	X Ceti	3 15	— 1 25	9
11	Z Aquilae	20 10	— 6 26	9	23	V Pegasi	21 56	+ 5 40	8
15	R Lacertae	22 39	+41 52	9		V Virginis	13 23	— 2 41	8—9
16	R Aquilae	19 2	8 5	7	25	RT Cygni	19 41	+48 32	6—7
17	T Monoc.	6 20	7 8	6		R Triang.	2 31	33 51	5—6
19	X Pegasi	21 17	14 3	9	31	Y Librae	15 7	— 5 39	9
20	V Cassiop	23 8	59 10	8	Juni 4	R Vulpec.	21 0	+23 26	8
22	T „	0 18	55 16	7—8	5	T Sagittae	19 17	17 29	8
23	W Lyrae	18 12	36 38	8—9	8	RR Hercul.	16 2	50 46	8—9
24	T Aquarii	20 45	— 5 30	7	9	R Sagittae	20 10	16 26	8—9
25	RV Hercul.	16 57	+31 31	9	10	T Draconis	17 55	58 14	8
28	RV Aquil.	19 36	9 42	9		Y Persei	3 21	43 50	8—9
	R Cassiop.	23 54	50 51	6	11	U Bootis	14 50	18 5	9
	X Herculis	16 0	47 30	6		S Cephei	21 36	78 12	8
30	RU Aquil.	20 8	12 42	9	14	V Leonis	9 55	21 43	8—9
	X Camelop.	4 33	74 56	9	15	Z Lyrae	18 56	34 49	9
	R Hydrae	13 25	—22 47	5	17	S „	19 9	25 51	9
Mai 1	Z Cygni	19 59	+49 46	7	21	TW Cygni	21 2	29 2	9
2	U Puppis	7 56	—12 35	8—9	23	U Androm.	1 10	40 13	9
3	T Cephei	21 8	+68 6	6		R Arietis	2 11	24 37	6—7
	R Virginis	12 34	7 31	7	24	S Ceti	0 19	— 9 51	7—8
5	R Delphini	20 10	8 48	8—9		R Leonis	9 42	+11 52	6
	U Herculis	16 22	19 7	5	25	V Cygni	20 38	47 48	8?
6	S Bootis	14 20	54 14	8	26	W Cassiop.	0 49	58 3	8
	R Camelop.	14 25	84 16	8		R Persei	3 24	35 21	8—9
9	W Androm.	2 12	43 52	6—7	28	V Androm.	0 45	35 8	8—9
	RU Capric.	20 27	—22 1	9	29	S Librae	15 16	—20 3	8
	Y Virginis	12 29	— 3 54	9		RT Virgin.	12 58	+ 5 42	8—9
10	W Aquilae	19 10	— 7 13	7—8	30	W Aquarii	20 41	— 4 21	8

Mehrere Maxima erreichen in dieser Zeit die Sterne:

Name	Ort für 1905		Hellígk. im Maximum	Zeiten der Maxima		
				April	Mai	Juni
SZ Cygni	$20^h\ 30^m$	$+46°\ 16'$	8	1,16	1,17	1,16
TX „	20 57	42 13	8 bis 9	5,19	4,19	3,17
VX „	20 54	39 49	9	8,28	19	7,27

3) **Planeten.** Merkur ist am 4. April in gröfster östlicher Elongation und daher am Abendhimmel für kurze Zeit zu sehen. Am spätesten geht er vom 6. bis 9. April unter, nämlich um $8^h\ 47^m$. Er steht dann unterhalb resp. links unterhalb von den bekannten 3 Hauptsternen des Widders. Am 23. April ist Merkur bereits wieder in unterer Konjunktion mit der Sonne. Er kommt an den Morgenhimmel, kann aber dort wegen tiefen Standes selbst in der gröfsten westlichen Elongation des 21. Mai nicht gesehen werden. Am 23. Juni ist er in oberer Konjunktion mit der Sonne.

Venus ist in rasch abnehmendem Glanze anfangs April links neben den 3 Widdersternen noch bis $10^1/_4{}^h$ zu sehen. Ihr Untergang beschleunigt sich aber stark, während sie sich langsam dem Sterndreieck nähert, und bereits am 26. April passiert sie die Linie Sonne—Erde zwischen beiden. Am Morgenhimmel ist sie bei steigendem Glanz bald wieder sichtbar. Sie ist jetzt auf die rechte Seite und unterhalb des Widderdreiecks gewandert und geht am 10. Mai schon um $3^1/_2{}^h$ auf. Ihr Glanz nimmt bald so zu, dafs sie auch bei Tage sichtbar wird, dabei bleibt sie in Rektaszension ziemlich stehen und wandert nur nach Süden. Den gröfsten Glanz hat sie am 2. Juni erreicht; bereits um $2^1/_2{}^h$ geht sie dann auf. Ihre vom 15. Mai an wieder rechtläufig gewordene Bewegung wird jetzt rascher, sie verläfst den Widder, in dem sie seit Anfang März gestanden und nähert sich Ende Juni von unten den Plejaden; sie geht dann schon $1^1/_2{}^h$ auf.

Mars kommt in diesem Zeitabschnitt in Opposition. Gerade zu Anfang April ist er im Stillstand in der Wage und geht um $10^1/_2{}^h$ auf, um dann bis Tagesanbruch sichtbar zu bleiben. Am 8. Mai ist Mars in Opposition mit der Sonne, so dafs sein Aufgang mit ihrem Untergang zusammenfällt und umgekehrt. Er steht dann dicht links von α Librae und geht am 18. Mai $1^1/_2$ Vollmondbreiten unter dem Stern hinweg. Anfang Juni tritt Mars in die Jungfrau zurück, er steht bei Anbruch der Dunkelheit bereits im Südosten und bleibt bis $2^1/_2{}^h$ früh sichtbar. Am 17. Juni aber ist die rückläufige Bewegung schon zu Ende, und Mars wendet sich wieder der eben überschrittenen Grenze der Jungfrau und Wage zu. Am 30. Juni geht er um $12^1/_2{}^h$ unter.

Jupiter, rechtläufig in den Fischen, geht Anfang April bereits $8^3/_4{}^h$ unter. Er verschwindet dann allmählich in den Strahlen der Sonne, mit der er am 4. Mai in Konjunktion ist, so dafs seine Konjunktion mit Venus am 17. April bereits nicht mehr zu beobachten ist. Am Morgenhimmel wird er Anfang Juni um 3^h aufgehen links von Venus; Ende Juni ist Jupiter unter die Plejaden gelangt und geht bereits $1^1/_2{}^h$ auf.

Saturn geht Anfang April um $4^1/_2{}^h$ vor der Sonne auf rechtläufig im Wassermann, Anfang Mai um $2^3/_4{}^h$, Anfang Juni um 1^h. Am 14. Juni macht er in seinem Laufe, der ihn in unmittelbare Nähe des Sternes σ Aquarii geführt hat, Halt und wird rückläufig. Ende des Monats geht Saturn bereits um 11^h abends auf.

Uranus ist vom 8. April an rückläufig im Schützen und steht etwa $2^1/_2{}^0$ südlich unter dessen Stern μ; am 24. Juni ist er in Opposition mit der Sonne.

Neptun, rechtläufig in den Zwillingen, kann nur mit einem kleinen Fernrohr in $6^h\ 25^m\ 40^s + 22^0\ 21'.6$ (genau gültig für Mai 1) aufgefunden werden. Am 30. Juni ist er in Konjunktion mit der Sonne.

4) **Jupitermonde.**

Am 1. April tritt der erste Mond um $8^h\ 41^m\ 35^s$ aus dem Schatten des Planeten, aus welchem der zweite Mond bereits am Nachmittag um $4^h\ 5^m\ 43^s$ ausgetreten ist, der 3. und 4. Mond nähern sich der Planetenscheibe von links, um am 2. April in sie einzutreten; an diesem Abend stehen also alle 4 Monde auf der östlichen (im Fernrohr rechten) Seite unweit des Planeten. Erst im Juni lassen sich am Morgenhimmel wieder Verfinsterungen beobachten, und zwar:

Eintritt des I. Trabanten: Juni $14^d\ 14^h\ 36^m\ 13^s$,
Austritt des III. Trabanten: Juni $9^d\ 15^h\ 33^m\ 44^s$.

5) **Meteore.** In der Zeit vom 19.—23. April ist ein Radiant in der Nähe von α Lyrae tätig (Lyriden).

6) **Sternbedeckungen durch den Mond** (sichtbar für Berlin):

Tag	Name	Gröfse	Eintritt	Austritt	Positionswinkel[1] d. Eintritts	d. Austritts
April 17	η Virginis	3.3	$9^h\ 27.9^m$	$10^h\ 33.1^m$	134°	276°
Mai 12	A Leonis	4.8	9 56.3	11 0.3	110	291
„ 13	c Leonis	5.2	8 40.4	9 50.2	121	287
„ 27	29 Piscium	5.3	14 45.3	15 43.3	101	219
Juni 12	l Virginis	5.0	9 44.8	10 32.4	66	340
„ 25	f Piscium	5.2	15 24.5	16 8.7	14	299
„ 29	ϑ^1 Tauri	4.2	15 9.3	15 57.1	46	287
„ 29	ϑ^2 Tauri	4.2	15 5.7	16 0.7	68	264

7) **Konjunktionen der 5 alten Planeten mit dem Monde.**

Merkur	April	6	Mai	2,31	Juni	—
Venus	„	6	„	3,30	„	28
Mars	„	20	„	17	„	13
Jupiter	„	6	„	4,31	„	28
Saturn	„	28	„	25	„	21

8) **Mond.** a) Phasen.

Neumond	April	4	12 h	Mai	4	5 h	Juni	2	19 h
Erst. Viert.		12	11		11	20		10	2
Vollmond		19	3		18	11		16	19
Letzt. Viert.		26	0		25	16		24	9

b) Apsiden.

Erdferne	April	3	22 h	Mai	1	4 h	—	—
Erdnähe		18	11 h		16	18 h	Juni 13	14 h
Erdferne		—	—		28	19 h	25	13 h

[1]) Gezählt vom nördlichsten Punkte des Mondes nach links herum.

c) Auf- und Untergänge für Berlin.

Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin	Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin	Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin
April 1	17h 0m	3h 2m	Mai 1	16h 11m	4h 3m	Juni 1	15h 55m	6h 8m
6	18 52	8 19	6	18 30	9 20	6	20 0	10 47
11	22 10	13 15	11	23 20	13 21	11	0 57	13 20
16	2 56	16 21	16	4 36	15 46	16	7 24	16 15
21	9 47	19 5	21	10 43	19 26	21	11 13	21 28
26	14 11	23 48	26	13 34	— —	26	13 5	1 46

9) **Sonne.**

Sonntag	Sternzeit f. den mittl. Berl. Mittag	Zeitgleichung mittl. — wahre Z.	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin
April 2	0h 40m 29.8s	+ 3m 47.2s	5h 42m	6h 39m
9	1 8 5.6	+ 1 45.4	5 26	6 51
16	1 35 41.5	— 0 4.8	5 10	7 3
23	2 3 17.4	— 1 38.0	4 55	7 15
30	2 30 53.3	— 2 48.3	4 40	7 27
Mai 7	2 58 29.1	— 3 32.4	4 27	7 39
14	3 26 5.0	— 3 49.3	4 15	7 51
21	3 53 40.9	— 3 39.0	4 4	8 1
28	4 21 16.8	— 3 2.0	3 56	8 11
Juni 4	4 48 52.7	— 2 1.6	3 49	8 19
11	5 16 28.6	— 0 44.0	3 46	8 25
18	5 44 4.5	+ 0 43.3	3 45	8 29
25	6 11 40.4	+ 2 13.7	3 46	8 30
Juli 2	6 39 16.3	+ 3 39.7	3 50	8 29

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Fig. 2. Stockalper-Schloſs in Brig.



Fig. 5. Fletschhorngruppe und das alte Stockalper-Spital.



Über den Simplonpaß von Brig zum Lago Maggiore.

Von Dr. P. Schwahn in Berlin.

Ein neuer Verkehrsweg zwischen Italien und der Schweiz ist geschaffen: der Simplon ist durchbrochen! Die Zeit des „Pafsgangs und des Trabs, der Postkutsch und des Wanderstabs", diese Zeit beschwerlichen Reisens in den Alpenländern ist durch die mächtigen Umwälzungen in Handel und Wandel nunmehr ein vergilbtes Stück Reminiszenz vergangener Tage geworden. Wahre Grofstaten der Technik sind in den Bergen vollbracht: an den steilsten Halden windet sich der Schienenstrang empor, dringt mitten durch den Felsenleib der Zentralalpenkette, und eine Reise ins Welschland, die vor hundert Jahren Tage in Anspruch nahm, ist dank der Eisenbahnen und der unterirdischen Verkehrswege in ebensoviel Stunden vollendet.

Was aber auch Menschengeist und Menschenkraft Bewunderungswürdiges in den Alpen geleistet haben, in unbeweglicher Gröfse ragen die eisigen Bergeshäupter heute wie vor tausend Jahren in den blauen Äther empor, unbekümmert um die Geschlechter der Menschen, unbekümmert um den ewigen Kampf der Geister mit der Natur. Sie, diese Bergeshäupter, sprechen von gröfseren Dingen, als der Mensch zu leisten, ja vielleicht zu begreifen vermag.

Die nachstehenden Zeilen sollen nicht von den Wundern der Technik, sondern von den Werken der Natur in jenen Gegenden berichten, welche der Simplonzug durchbraust, wenn er aus dem Rhonetal unter dem Schneehaupt des Monte Leone hinweg in den grofsen Fruchtgarten der Lombardischen Tiefebene eilt.

Wir sind in Brig am nördlichen Ausgang der Simplonstrafse und des Simplontunnels, dessen dunkle Pforte sich wenige Minuten oberhalb des Städtchens öffnet. Brig liegt an der Grenze des in südlicher

Üppigkeit prangenden Unterwallis und des Berg- und Hirtenlandes von Oberwallis, dessen Bevölkerung, deutschen Ursprungs, unter dem Donner der Lawinen ein stilles Dasein führt und an seiner Eigenart so festhält wie der Granit der Wohnstätten, ganz im Gegensatz zu dem leichten, überschäumenden Wesen des Unterwallisers, in dessen Adern keltisch-französisches Blut rollt.

Von Süden her öffnet sich bei Brig die Schlucht der Saltine, deren Wildwasser Schneehauch und Gletschergrufs vom Monte Leone herniederbringen. Davor breitet sich die Stadt aus, verschwindend klein im weiten Rhonetal, aber doch kenntlich durch den Silberglanz der mit Glimmerschiefer gedeckten Türme, Klöster und Kirchen, die dem Ort einen eigentümlichen Charakter, fast italienisches Aussehen geben.

Dieser Eindruck befestigt sich, wenn wir die Gassen von Brig betreten (Fig. 1). Die zierlichen Bauten mit romanischen Bogen am Kirchplatz von St. Sebastian, die Brunnen, welche noch die alten Weisen murmeln, die sie einst, vor Jahrhunderten, dem Ohr zugeraunt, die lauschigen Erker und bizarren Dachhauben der alten Häuser, die uralten Überlieferungen aus weltlicher und geistlicher Geschichte, das dunkle Weingeflecht um verwitterte Mauern — das alles zeigt in dieser Stadt Bilder des Südens, so voll und gestaltenreich, wie sie selbst im sonnigen Sitten nicht vorkommen. Fast allerwärts dringen welsche Laute an unser Ohr. Brig ist der Mittelpunkt, in welchem die Wege Italiens und des Rhonelandes zusammentreffen, es ist zugleich der Sammelpunkt all der Reisenden, die von der Furka zum Genfer See ziehen.

Ob Brig sein patriarchalisches Kolorit noch lange behalten wird? Die paar Gasthäuser, welche es besitzt, stören den Charakter des Städtchens nicht; aber wenn nach Eröffnung des Tunnels die Anforderungen und Umwälzungsgedanken einer neuen Zeit kommen, dann dürfte auch Brig manches von seiner malerischen Originalität einbüfsen, die es jetzt dem Fremden noch so anheimelnd entgegenbringt.

Wir steigen die steinigen Gassen weiter hinauf und stehen nun vor dem Schlofs der freiherrlichen Familie von Stockalper (Fig. 2). Drei gewaltige Türme mit kupferschimmernden Zwiebelkuppeln überdecken das Gebäude; sie sind das Wahrzeichen und Wappen der Herren von Stockalper, die es in früheren Jahrhunderten zu Glanz und Reichtum brachten. Lange Zeit waren sie im Besitz der Salzbergwerke des Wallis, deren Erträgnisse in Italien reichen Absatz fanden. Gold und Silber wurden gegen das weifse Gestein eingetauscht, und mancher

Kunstschatz aus Rom, Florenz und Venedig wanderte über den Simplon in dieses Stockalper-Schlofs. Noch jetzt wird hier am Fronleichnamsfeste in einer eigens dazu erbauten Nische ein Altar errichtet, auf welchem die Silberschätze und Kleinodien der Stockalper prangen.

Auch das Schlofs zeigt, wie die Gassen des Städtchens, etwas von der Schönheit italienischer Baukunst. Die zierlich durchbrochene



Fig. 1. Strafse in Brig.

steinerne Galerie, die unter dem Dache hinläuft, ist ein Werk der Architektur, wie man es reizvoller in Mailand und Venedig kaum vorfinden dürfte. Dann wiederum erinnert so manche Ecke in Brig an deutschen Geist und deutsches Wesen, weckt in uns Vorstellungen von den Bauten der Reichsstädte Nürnberg und Augsburg. Überall, wo Städte an Weltstrafsen liegen, die über bevorzugte Alpenpässe führen, hat sich auch der Kunstsinn Italiens und Deutschlands die Hände gereicht.

In den Zeiten des Mittelalters mag Brig goldene Tage gesehen haben. Ein reicher Transithandel flutete über den Simplon; deutsche Fürsten, die nach Rom wallfahrteten, passierten die Stadt. Heute haben die schneeigen Alpenhöhen viel an Handel und Wandel verloren; die Eisenbahnen haben die Berge durchbrochen und den Erwerb der Alpenbewohner in andere Bahnen gelenkt. Auch die Bürger von Brig haben sich besinnen müssen, dafs ihre Existenz auf den Schätzen des eigenen Landes, auf dem prächtigen Viehstand ihrer Berge beruht. Es ist jedesmal ein wahrer Festtag für das Volk, wenn die üppigen Rinder in langen Reihen auf dem Markte versammelt sind. Da gibt es ein Bewundern, ein Staunen und Beschauen, wohl auch ein Feilschen und Handeln; alles dreht sich um das liebe Vieh, um die Quelle des Reichtums und der Existenz. Dazu kommen die Erzeugnisse des Bodens: die goldenen Früchte, welche die sengende Sonne im Rhonetal in erstaunlicher Fülle zur Reife bringt. Die ganze Umgebung von Brig ist ein wuchernder Fruchtgarten; der Blütenduft des Frühlings ist köstlich und berauschend.

Das jenseits der Rhone, gegenüber von Brig liegende Dörfchen Naters ruht in einem Urwalde von Obstbäumen. Dort befinden sich auch die bescheidenen Baracken der Mineure des Simplontunnels. Zahlreiche Italiener sind über die Alpen gekommen, um beim Bau des Tunnels ihr Brot zu verdienen; sie haben hier in Naters längs der Rhonestrafse ihre zweite Heimat aufgeschlagen, und zu ihnen gesellten sich die Krämerläden, Basare, Trattorien in erschreckender Fülle. So ist in der Nähe von Brig eine Kolonie Italiens entstanden, die das ganze Leben und Treiben des Südens zeigt, die freilich bald wieder verschwinden dürfte, wenn die neue Weltverkehrsader fertiggestellt sein wird.

Brig ist, wie wir sagten, der Ausgangspunkt der berühmten Strafse über den Simplon, welche das Rhonetal mit der Lombardischen Tiefebene verbindet. Nicht an Höhe, wohl aber an landschaftlichen Reizen übertrifft dieselbe alle übrigen Hochgebirgsstrafsen der Schweiz und wetteifert mit ihnen an Kühnheit der Anlage.

Freilich nicht die Segnungen des Friedens, nicht die mächtigen Pulsationen des völkerverbindenden, kulturfördernden Handels gaben die Veranlassung zum Bau dieser ersten Kunststrafse der Schweiz. — „Le canon quand pourra-t-il passer les Alpes?“ war die wiederholt drängende Frage Napoleons I. an den berichterstattenden Ingenieur, als der Franzosenkaiser nach der Schlacht von Marengo beim Übergang über den Grofsen St. Bernhard üble Erfahrungen gemacht hatte.

Der Bau der Strafse wurde zu Anfang des 19. Jahrhunderts unter Leitung der Ingenieure Gianelli aus Mailand und Céard aus Paris in Angriff genommen und in der für damalige Verhältnisse unglaublich kurzen Zeit von fünf Jahren vollendet. Dreifsigtausend Menschen arbeiteten zeitweillig daran; die Anlage der Galerien, Brücken usw. verschlang die Summe von 18 Millionen Francs.

Alle Bergstrafsen steigen dem Lauf ziemlich bedeutender Flüsse entgegen. Bei Brig ist es die ungestüme Saltine, die unwirsche Gletschertochter des Monte Leone, welche der Strafse zum Führer dient. Eine halbe Stunde oberhalb der Stadt verengt sie sich zur Schlucht, über deren donnernde Kaskaden die Simplonstrafse von einem Ufer zum anderen springt. Das mächtige Bauwerk ist zur Erinnerung an den grofsen Korsen „Napoleonsbrücke“ benannt worden. Und wacker trotzt es dem Ansturm der Saltine bereits ein Jahrhundert hindurch, während der Mann, dessen Namen es verewigt, schon vor Eröffnung der Simplonstrafse den Kaiserthron Frankreichs verloren hatte. Niemals hat Napoleon seine eigene Schöpfung gesehen, niemals ist ein Kriegsheer über die Simplonstrafse gezogen!

Bei der Brücke senden wir dem Rhonetal unseren Abschiedsgrufs. Inmitten des von saftigen Wiesenhängen umschlossenen Talgrundes liegt unten Brig mit seinen metallglänzenden Türmen und Dächern und jenseits der Rhone das freundliche Naters, im laubreichen Schatten der Obstbäume versteckt. Darüber aber baut sich die Kette der Berner Alpen mit ihren flimmernden Firnen und dunkeln Felsenriffen empor.

Höher und höher schraubt sich der Strafsenzug, dem Lauf der Saltine folgend, bis die Ganterschlucht, ein tiefes Quertal, erreicht wird. Hier biegt die Strafse, um die Schlucht zu umgehen, weit nach Osten. Man sieht sie, kaum dreiviertel Stunden in gerader Linie entfernt, am jenseitigen Ufer des Abgrunds weiterziehen und gebraucht doch drei und eine halbe Stunde auf breiter ebener Chaussee, um dort hinüber zu gelangen. Dabei schreitet man dicht am gähnenden Abgrund entlang, in dessen Tiefe der Gletscherbach schäumt. Den steilen Rand der Kluft bedecken wetterzerrissene Tannen und Arven, deren knorrige Wurzeln sich mit unendlicher Zähigkeit an das nackte Felsgestein klammern.

Am äufsersten Ende der Ganterschlucht liegen, von der Pyramide des Furggenbaumhorns, Wasenhorns und Bortelhorns überragt, die Häuser von Berisal, welche oft erzitterten, wenn unten im Tunnel mit Dynamit gesprengt wurde. Im Winter spielen sich in Berisal zeit-

weise Szenen ab, die lebhaft an die Vorbereitungen zu einer Nordpolexpedition erinnern. Die Reisenden werden hier in viersitzige Postschlitten, welche je zwei Pferde als Vorspann erhalten, gepackt. Meist sind es Schimmel, weil „cavallo bianco mai stanco", weifse Pferde nie müde werden.

Nachdem die Passagiere von der sorgenden Mutter Helvetia wie ein kostbares Frachtstück in warme Pelzdecken verpackt worden sind, setzt sich der lange Zug von Zweispännern, voreinander gespannt, in Bewegung, vorweg im ersten Schlitten der Postillon, im letzten der alles überwachende Kondukteur. Ist trockenes Winterwetter und heller Himmel, so herrscht in der Regel ein köstlicher Humor. Schneit es aber, hängt die Atmosphäre voll grauer Wolken und heult der Sturmwind durch die Felsengassen des Simplon, dann gibt's unliebsame Szenen. Früher waren Schlitten in Gebrauch, in welche weibliche Reisende wie Wickelkinder eingepackt wurden. Sie bestanden aus langen Kasten mit reinlichen Betten, so dafs man sich völlig ausgestreckt hineinlegen konnte. Begreiflicherweise mufsten die Reisenden auf der Höhe des Passes ihre Lage ändern, um mit dem Kopfe höher als mit den Füfsen zu liegen.

Aber versetzen wir uns von solchen winterlichen Szenen wieder zurück in die Bilder eines sommerlichen Pafsüberganges. Ist die Ganterschlucht umschritten, so befinden wir uns beim vierten Schutzhaus. Dergleichen Zufluchtshäuser sind auf der ganzen Simplonstrafse in gemessenen Entfernungen errichtet worden, ursprünglich wohl zu dem Zweck, bei Truppenübergängen als Verpflegungsstätten, bei Winterstürmen als Unterschlupf zu dienen. Jetzt werden sie von den „Wegern" oder „Rutnern" bewohnt, denen die Verpflichtung obliegt, die Poststrafse von den oft enormen Schneelasten freizuhalten. Das vierte Schutzhaus hat eine herrliche Lage. Tief unten in der Schlucht braust die Saltine über Steingeröll; das Tor, welches sie geschaffen, öffnet uns den Blick nach Norden ins Rhonetal und auf die breiten Sockelmauern des Hochgebirges, das von den blendenden Firnhäuptern der Berner Alpen, dem Bietsch- und Aletsch-Horn, von der Jungfrau und deren Vasallen gekrönt wird. Zwischen ihnen drängt sich wie eine ungeheure, weifse Schlange der Aletschgletscher ins Rhonetal nieder.

Und weiter geht's hinauf den endlosen Strafsenzug. Spärlicher wird jetzt der Baumwuchs; wir gelangen in den Bereich der Lawinenzüge. Hier und da sehen wir am Wege die Spuren ihrer Verwüstung: einige hundert Bäume des Bannwaldes sind durch den Luftdruck ent-

wurzelt oder im Schafte wie Streichhölzchen geknickt. Der Weg führt durch mehrere, teils in den Felsen getriebene, teils aufgemauerte Tunnelgänge. Sie haben die Bestimmung, an notorisch durch Grundlawinen gefährdeten Stellen den Verkehr zu sichern. Freilich kann es vorkommen, daſs ungewöhnlich breite Schneeflächen losreiſsen und beide Ausgänge der Galerie verschütten. Dann sitzen Mann, Roſs und Geschirr wie in einer Mausefalle im dunkeln Tunnelgang. Indessen schnell kommt die Hilfe der Rutner oder der Mönche oben vom



Fig. 3. **Galerie des Kaltwassergletschers.**

Hospiz, und die Verschütteten werden meist unversehrt wieder ans Tageslicht gebracht.

In der Nähe des fünften Schutzhauses ändert sich die Szenerie. Kahle Felswände starren uns entgegen, flimmernde Eismassen panzern ihre Lenden. Der weiſse Kegel des Monte Leone und die Pyramide des Schönhorns liegen dicht vor uns. Von ersterem kommt der Kaltwassergletscher herab, dessen Eismassen in nächster Nähe dräuend über der Straſsenflucht hangen. Die Passage würde an dieser Stelle unmöglich sein, wenn nicht ein aus Quadersteinen aufgemauerter Tunnelgang (Fig. 3) den Wanderer vor den Schmelzwassern des Gletschers schützte. Das kühne Bauwerk ist eine Schöpfung des Walliser Ingenieurs Venetz. Mit Erfolg hat es den donnernden Angriffen der

Wasserfluten und Lawinen getrotzt, während die hier unter Frankreich errichteten Befestigungswerke stets den Elementen zum Opfer fielen.

Im Bereiche des Hochgebirges, in welchem die Lawinen walten, wird man immer und immer wieder auf die winterlichen Verhältnisse zurückgeführt. Man macht sich keinen Begriff von den enormen Schneemassen, die im Frühjahr die Poststrafsen der Alpen bedecken. Zwischen meterhohen Schneebastionen läuft der Weg hindurch, so schmal oft, dafs nur ein Schlitten dazwischen Platz findet. Wie wir sagten, liegt das Wegbahnen den Rutnern ob. Es sind wetterfeste Leute von unverwüstlicher Ausdauer, die bei ihrer Arbeit wahre Stahl- und Eisenkräfte entwickeln. Um den Schnee zu räumen, wird zunächst ein Dutzend starker Zugochsen vor einen dreieckigen Schlitten, einen Triangel, gespannt und dieser in das weifse Dickicht hineingetrieben. Nun kommen die Rutner und schaufeln den von den Tieren ausgetretenen Pfad zur Fahrrinne aus. Eine zweite Arbeiterkolonne geht weniger radikal zu Werke; sie hat nur die Aufgabe, den einigermafsen geöffneten Graben auszuweiten und in fahrbarem Zustande zu erhalten.

An Stellen, an welchen Lawinen herabgekommen sind, oder Weheten den Schnee massenhaft zusammengetrieben haben, brechen die Rutner einfach Schneetunnels für den Schlittenverkehr aus. Es ist selbstverständlich, dafs diese Männer die Eigenart der Bergstrafse genau kennen, dafs sie den Lawinen instinktmäfsig auszuweichen wissen. Jeder winterliche Pafsgänger, jeder Postillon und Fuhrmann beachtet ihre Mahnungen und Ratschläge.

Aber diese Schrecken und Tücken des Hochgebirges walten nur im Winter und Frühjahr. Ganz anders erscheint die Simplonstrafse in der kurzen Spanne des Sommers, wenn sengende Sonnenglut den weifsen Teppich weggetaut hat, und nun die grünen Wiesenfluren sich mit dem Purpur der Alpenrosen und dem Farbenzauber der Hochgebirgsflora schmücken. Selbst auf der Höhe des Simplon bewegen wir uns noch immer im Gebiete der Vegetation; nirgends tritt der Fufs über kahles Felsengestein. Dies sichert neben der prachtvollen Aussicht diesem Pafs den Vorzug vor vielen andern Alpenübergängen, welche selbst im Hochsommer in winterlicher Einöde starren.

Wir blicken noch einmal zurück ins Rhonetal. Zu unseren Füfsen verlieren sich die Schluchten in blauem Duft, durch die wir hinaufgestiegen sind; dort braust die Saltine dem Rhodan entgegen. Seinen Abschlufs findet dieses Bild durch die silbernen Bastionen

des Berner Landes, aus denen die kühn geformte Felsnadel des Bietschhorns imponierend hervortritt.

Zweitausend Meter hoch befinden wir uns jetzt über dem Meeresspiegel; 25 km mufsten wir die gewundene Bergstrafse emporklettern, um diese Stelle zu erreichen. Nur noch eine kurze Strecke, eine scharfe Biegung, und wir stehen auf der Pafshöhe, auf einem weiten, von den Schneegipfeln des Monte Leone und des Schönhorns umrandeten Hochplateau, in dessen Mitte das Simplonhospiz sich erhebt (Fig. 4).



Fig. 4. **Simplonhospiz auf der Höhe des Passes.**

Unwillkürlich fragt man sich nach dem Zweck dieses Riesenhauses inmitten der öden Schneeberge. — Wie die ganze Strafsenanlage, so war auch das Hospiz von Napoleon ursprünglich für militärische Bedürfnisse geplant. Der Sturz Bonapartes vereitelte jedoch die Ausführung seiner Absichten. Erst im Jahre 1825 wurde der unvollendet gebliebene Bau von den Augustiner Chorherren des Grofsen St. Bernhard wieder in Angriff genommen und 1834 vollendet.

Seitdem dient das Haus den Werken der Barmherzigkeit. Einige Mönche haben sich in den Dienst der Nächstenliebe gestellt und die Verpflichtung übernommen, fünfzehn Jahre hier oben zu bleiben. Die wenigen Sommermonate sind die einzige Erholung nach dem schweren

Winterdienst. Die Zahl der alljährlich im Hospiz einkehrenden Wanderer, welche unentgeltlich Obdach und Verpflegung erhalten, schwankt zwischen 10 und 12 Tausend. Auch von den Touristen wird niemals Vergütung für Unterkunft, Speise und Trank verlangt, aber in den meisten Fällen doch freiwillig dadurch geleistet, dafs man den Wert für das Genossene in den Opferkasten legt.

Wie auf dem St. Bernhard-Hospiz, so werden auch auf dem Simplon-Hospiz Bernhardiner Hunde gehalten. Für die Pflege des Nachwuchses dieser edlen Rasse wird viel getan. Von dem erstaunlichen Instinkt dieser Tiere werden Wunderdinge berichtet. Da, wo des Menschen Weisheit am Ende ist, entdeckt ihr feiner Geruch die Unglücksstätte der Verschütteten. Unter den vielen rührenden Erzählungen von den Hilfstaten der Hunde ist keine bekannter geworden als die des Bernhardiners Barry, welcher 41 Menschen das Leben rettete, zuletzt aber von einem verirrten Reisenden erschlagen wurde, der ihn, als er ihm Hilfe bringen wollte, für einen Wolf hielt. Als berühmter Vertreter seines Geschlechts hat er im Schweizer Nationalmuseum zu Bern einen Ehrenplatz gefunden.

Eine halbe Stunde hinter dem Hospiz eröffnet sich ein grofsartiges Bild. Überragt von dem Gebirgsmassiv der Fletschhörner liegt dort ein weiter Hochgebirgskessel (Fig. 5). Von dem Kranze glänzenden Schnees, der die Gipfel krönt, senken mächtige Gletscher ihre Zungen gegen den Talgrund nieder, von allen Hängen rieseln und glitzern hundert muntere Wasserfäden. Der moorige Wiesengrund, bedeckt von Steintrümmern und von dem Purpurteppich der Alpenrosen, ist die Wasserscheide zwischen Rhone und Po. Hier hat die Saltine ihren Ursprung, hier sammeln sich auch die Quellwasser des Krummbachs, welcher die Simplonstrafse von jetzt an bis nach Gsteig hin begleitet.

Rechts unten von der Strafse liegt im trümmererfüllten Wiesentale ein uraltes, turmartiges Gebäude. Es ist das frühere Spital des Simplon, welches vor mehreren Jahrhunderten, als nur ein Saumpfad über den Simplon zog, von dem Baron Kaspar Stockalper aus Brig zum Schutze der Reisenden gegründet wurde. Hier kehrte der Säumer ein, der Salz aus Wallis über die Berge nach Italien schleppte, hier fanden die Tausende Obdach, welche von Welschland nach Deutschland und umgekehrt zogen. Im Mittelalter herrschte wie auf allen Alpenpässen, so auch auf dem Simplon ein reger Verkehr. Die Zeiten sind jetzt andere geworden. Neue Weltverkehrsadern sind tief unter den Bergen geöffnet worden. Auch das jetzige Spital dürfte bald das Schicksal des alten teilen; es wird öde und verlassen dastehen unter

den Schneefeldern des Monte Leone, und die Simplonstrafse wird der Vergessenheit anheimgefallen sein.

Schade, dafs der Lauf der Dinge es so mit sich bringt! Hier oben am Rande der Eisfelder in der freien Gottesnatur unter den alten knorrigen Tannen und Arven läfst es sich wonnig träumen! Das Gefühl der Unendlichkeit des Raums, die Weltferne, die unbeschreibliche Stille des Hochgebirgs, der Anblick dieser eisigen Häupter, die Vorstellung von den Kräften, welche sie gestalteten, dies alles hält die Sinne umfangen. Hat doch ein Walliser Patriot einmal ausgerufen: „Ihr Väter des Landes, führt Eure Söhne über die Strafse des Simplon, und sie lernen im eigenen Vaterlande mehr kennen, als man in anderen Ländern auf einige hundert Meilen weit antreffen würde“!

Nun geht es schnell abwärts. Nicht in stetigem Gefälle, sondern treppen- oder terrassenförmig senkt sich die den Krummbach begleitende Strafse ins tiefere Talbett nieder. Oft zieht sie zur Seite des langsam dahinwallenden Bergbaches durch einen weiten, ebenen Hochgebirgskessel. Wo sie denselben verläfst, treten die Felswände zusammen; steil fällt die Strafse nieder, während der Strom in schäumenden Kaskaden durch eine klammartige Enge ins tiefer gelegene Hochtal braust.

Revolutionen gewaltiger Art haben sich in den Bergen vollzogen! Ganze Felswände sind prasselnd in die Tiefe gesunken, hochragende Gletscher haben ihre Eismassen donnernd zu Tale geschleudert.

Bei unserer Wanderung auf der Simplonstrafse sehen wir die Folgen eines solchen Gletschersturzes, der im Jahre 1579 niederging und sich mit verdoppelter Wucht vor wenigen Jahren wiederholte. Die bläulichen Eismassen des Rofsbodengletschers (Fig. 6), die tief hinten in einem Seitental tausend Meter über dem Strafsenzug hängen, stürzten über die Steilwand als Lawine zu Tale. In wildester Jagd stürmten da Felsblöcke, Steinsplitter, Erdschlamm und Rasenfetzen die Berghalde hinab. Die Hütten von Guggeren und der ganze Talgrund wurden meilenweit mit riesigen Moränenblöcken überschüttet, der Krummbach zeitweise durch Felsentrümmer in seinem Laufe gehemmt. Jetzt hat sich der Mensch mit seinen Hütten aus der Nähe dieses gefährlichen Eisschleuderers zurückgezogen; ohne Schaden entladet er sein Bruchmaterial in wüste Talgründe.

Durch dieses Chaos von Felsblöcken windet sich die Simplonstrafse neben dem tosenden Krummbach etwa eine Viertelstunde lang hindurch, macht dann eine leichte Krümmung, und wir stehen am Eingange des stattlichen Dorfes Simpeln (Fig. 7).

Simpeln liegt 1480 m über dem Meere. Als Grenzort zwischen Welschland und der Schweiz zeigt die Bauart seiner Häuser bereits italienischen Einflufs. Nicht den braunen walliser Hütten mit silberglänzenden Schindeln, sondern den hohen massiven Steinbauten der lombardischen Ebene begegnen wir dort. Und nun das Leben in diesem einsamen Bergdorf, in dieser grofsen Einsiedelei des zentralen Europas, wie mag es sich zur Winterszeit abspielen? Der Kampf mit den Naturmächten hält die physischen und geistigen Kräfte des Bergvolkes rege! Bei stürmischem Winterwetter, wenn Lawinenstürze



Fig. 6. **Rofsboden-Gletscher mit den Trümmern des letzten Sturzes.**

drohen, versammeln sich die Nachbarn wohl in der Dorfschenke, um dort zu wachen und gemeinschaftlich ans Werk gehen zu können, wenn ein alles begrabender Schneefall herniederwettern sollte. Damit aber den guten Leuten die Zeit nicht zu lange wird, durchtanzen sie die Schicksalsnacht beim Klange einer Geige oder Harmonika. So stumpft Gewohnheit selbst ein Schrecknis ab, an das wir Bewohner des Flachlandes mit Entsetzen denken, so überwindet der Älpler die Öde und Weltverlassenheit in den Schneewüsten der Berge.

Kein angenehmes Gefühl mag es für die Wirte von Simpeln sein, dafs bald die letzte Post das Dörfchen passiert haben wird. Wenn alljährlich Tausende über die Pafsstrafse kamen, blieb manch

klingende Silbermünze daselbst zurück. Simpeln wird dann im Winter völlig vom Verkehr abgeschnitten sein, denn die Schweizer Regierung dürfte schwerlich für das Bergdorf die 60000 Francs opfern, welche die Unterhaltung der Simplonstrafse jährlich erfordert.

Vom Dorfe aus führt der Weg in steilen Krümmungen zum Weiler Gsteig hinab. Gegen Süden öffnet sich das firnenreiche Laquintal; Weifsmies und Laquinhorn bilden dessen lichten Hintergrund, während das bewaldete Furkenhorn an seinem Eingang Wacht hält. Krummbach und Laquinbach haben sich zur stürmisch herab-



Fig. 7. **Dorf Simpeln.**

jagenden Veriola vereinigt, die weiter abwärts auf italienischem Gebiet Diveria genannt wird. Das kleine Flüfschen hat wahre Heldentaten vollbracht. Nicht nur, dafs die Kraft seines stürzenden Wassers unten in Iselle dazu gedient hat, den Monte Leone zu durchbrechen; eben diese Kraft hat auch in jahrmillionenlanger Arbeit ein Werk geschaffen, welches staunenswerter als alle Glanzleistungen menschlicher Technik ist. Dieses Werk ist die Gondoschlucht (Fig. 8), in welche die Simplonstrafse unmittelbar hinter Gsteig eintritt.

Nach dem Plane Bonapartes sollte am Beginn dieser Felsengasse eine Festung erbaut werden, um das französische Département du Simplon gegen Einfälle von Italien her zu schützen. Aber nur kleine

Befestigungsarbeiten kamen zustande. Der grofse Korse, dessen Wiege auf Granit und Gneis gestanden, der selbst einen felsenfesten Willen besafs, mufste es erleben, dafs seine Baumeister im Kampf mit dem Gestein unterlagen. Was immer sie hier schufen, die wilde Natur dieses Engpasses duldete kein Machwerk der Menschen. Am Eingang zur Gondoschlucht stehen die Ruinen eines grofsen Gebäudes. Es war als Kaserne geplant, hat jedoch niemals diesem Zwecke gedient. Steinlawinen, die von überhangenden Felsschichten niederschmetterten, haben es immer und immer wieder zerstört.

Je weiter die Strafse in die Schlucht eindringt, desto enger wird dieselbe, desto dräuender bauen sich die Gneisfronten auf, desto lauter tobt der Gletscherstrom in der Tiefe. Ohne alle Vegetation starren die Riesenwände empor, nur ihre Spalten ziert der prachtvolle Steinbrech, dessen blütenreiche Dolden anmutig über das graue Gestein niederhängen. Stellenweise ist der Hohlweg so eng, dafs die Strafse in kühn gesprengtem Bogen durch vorspringende Felsen oder auf aufgemauerten Terrassen hart am Strome entlang geführt werden mufste. Fortwährend mahnen Galerien und Zufluchtshäuser, dafs in der bösen Jahreszeit der Tod hier auf den Wanderer lauert, um mit einem Löwensprung als Lawine oder in wütendem Wirbel als Schneesturm sein Opfer zu packen.

Oben an den Felsgesimsen hangen diese Damoklesschwerter, bis sie unter ihrer eigenen Last zusammenbrechen oder, durch laue Lüfte, Tauwetter und Föhn gelöst, in die Tiefe jagen. Diese Lawinen sind es, nach denen die Rutner und jeder im Winter das Gebirge durchwandernde Älpler ängstlich ausschauen, um derentwillen der Postillon mit der Peitsche nicht knallt, und der Säumer früherer Zeiten, als es noch keine Schutzbauten gab, die Schellen am Halse der Tiere umwickelte, wenn er Hohlwege und Schluchten passierte. Sie sind es auch, auf welche Schiller in seinem Berglied mit den Worten Bezug nimmt: „Und willst Du die schlafende Löwin nicht wecken, so wandle still durch die Strafse der Schrecken“.

Mehrere Tausend Arbeiter waren beim Bau der Simplonstrafse durch die Gondoschlucht beschäftigt. Im Jahre 1805 wurde die Strafse eröffnet, also gerade 100 Jahre früher, als der Simplondurchstich erfolgte. Bedenkt man, dafs man damals nur mit Hammer, Meifsel und Pulver den Felsen zu bezwingen vermochte, dafs das Bahnen eines Pfades durch dieses Felsenlabyrinth einen enormen Aufwand von Menschenkraft erforderlich machte, zieht man ferner in Betracht, wie gewaltig sich die Hilfsmittel der Technik im verflossenen Jahrhundert

vervollkommnet haben, so kann man das Genie und den Unternehmungsgeist der Männer nicht hoch genug schätzen, welche eine solche Titanenarbeit in wenigen Sommern vollendeten.

Wir haben einen Felsentunnel, die Gondogalerie, durchschritten und stehen jetzt an einem imposanten Punkt des Strafsenzuges. Mit furchtbarem Getöse stürzt der Fressionefall wildschäumend von



Fig. 8. **Partie aus der Gondoschlucht.**

hoher Bergwand herab; ein kühn gespannter Brückenbogen führt darüber hinweg. Überhangende Steinblöcke mit halbzerborstenen Tannen scheinen jeden Augenblick dem unbändigen Wildbach nachstürzen zu wollen. Die ganze Strafsenecke ist so schmal, dafs der Weg unter den nischenartig sich überwölbenden Felsen eingesprengt werden mufste.

Mit dem Sturz des Wassers hat sich auch der Strafsenzug in ein tieferes Niveau herabgesenkt. Noch immer umschliefsen ihn beider-

seits steile Glimmerschieferwände, aber nicht mehr so kahl, nicht mehr so öde wie in den höheren Teilen der Schlucht. Oben auf dem Pafs war die Temperatur fast auf den Gefrierpunkt gesunken, jetzt beim Niedersteigen eröffnet sich ein neuer Blick auf neues Leben. Schon begrüfsen uns Nelken und Anemonen, die Bergföhre kriecht an den Felswänden nieder, und der Alpen schönster Baum, die trotzige Wettertanne, wölbt über dem Wanderer ihr schirmendes Dach.

Unmittelbar vor Gondo stürzt ein junger Bach von Absatz zu Absatz mit mutiger Kraft die Felsenterrassen herunter. Auch er bildet eine Zierde der Strafse. Seine reizenden Kaskadellen leuchten so freudig auf den grünen Matten der sich von jetzt an mehr und mehr weitenden Schlucht.

Wir betreten Gondo, die letzte Schweizer Station der Simplonstrafse. Die wenigen Häuser werden von einem altersgrauen Turm überragt. Fast abschreckend ist das Aussehen desselben; man möchte ihn für eine Zwingburg halten, so dickwandig sind die Mauern, so finster schaut er auf seine Umgebung, wie ein Zyklopenbau aus vergangenen Tagen. Dieser Turm ist eine Reliquie des Mittelalters, doch nicht jenes finsteren Mittelalters, das von menschlicher Knechtung und Drangsal berichtet, sondern jenes freudigen christlichen Mittelalters, welches an edle Betätigung der Nächstenliebe und an Barmherzigkeitswerke erinnert. Im Jahre 1650 liefs der Briger Baron Kasper von Stockalper aufser dem uns schon bekannten Spital auf der Simplonhöhe auch diesen Turm in Gondo errichten. Das untere Stockwerk hatte Stockalper für arme Reisende bestimmt und seinen Pächtern befohlen, die Gastfreundschaft das ganze Jahr hindurch unentgeltlich zu üben. — Bald hinter Gondo wird die italienische Zollstation, das erste Haus von Iselle erreicht. Wer aber glaubt, dafs er in Iselle schon die paradiesischen Gefilde des Südens betrete, der wird enttäuscht. Noch ist es eine weite Strecke abwärts, ehe man unter Oliven- und Orangenbäumen wandeln kann!

Als Schauplatz der Tunnelbauten auf italienischer Seite und an der südlichen Pforte des Tunnels gelegen, ist Iselle in letzter Zeit viel genannt worden. Wäre dem Örtchen nicht vom Schicksal eine so wichtige Bestimmung eingeräumt, in seiner weltverlassenen Lage am Ausgange der Gondoschlucht würde wohl niemand von ihm sprechen, geschweige denn ein Reisender sich länger in ihm aufhalten, als die Zolldurchmusterung dauert.

Was Iselle augenblicklich ist, verdankt es dem Simplondurchstich. Seine dreifsig oder vierzig Häuser, die sich längs der Post-

strafse hinziehen, sind die Unterkunftstätten der Mineure, zu denen sich natürlich ein ganzer Schwarm gewerbetreibender Leute gesellt hat, die für das geistliche und leibliche Wohl der Arbeiter sorgen. Es sollte uns nicht wundern, wenn Iselle zur Zeit des Hochbetriebes eine eigene Zeitung herausgegeben und über einen vielverheifsenden Theaterzettel verfügt hätte. Und das Schauspielhaus? In einer Ecke der Strafse entdecken wir einen Holzschuppen, der vielleicht früher als Viehstall gedient, jetzt aber zur Würde eines „Theatro massimo" erhoben worden ist, wie es die glanzvolle Inschrift verkündet. Der Italiener ist genüg-



Fig. 9. **Installationsplatz für die Tunnelarbeiten in Iselle.**

sam; er zeigt für manche Dinge, die unser nordisches Blut ganz kalt lassen würden, eine gar kindliche Freude. Die Leute, die stürmischen Schritts mit der Grubenlaterne in der Hand zur Arbeitsstätte eilen — einer Stätte, die 10 km unter dem Berge in dunkler Nacht liegt und an Hitze einem Backofen, an Wassertraufen einem Bach gleicht —, eben diese Leute bekunden in den Feierstunden einen Frohsinn, den man bei uns unter gleichen Verhältnissen vergebens suchen würde. Da sehen wir sie beim Kegelspiel mitten auf der Strafse, da sitzen sie in der Osteria beim Glase Wein und spielen, die Finger sich auf dem Tische wundschlagend und Tollhäuslern gleich einander anschreiend, mit leidenschaftlicher Lebhaftigkeit ihr Moraspiel. In Deutschland

und diesseits der Alpen würde man die Gesellschaft für wahnsinnig halten, so gebärden sie sich in aller Liebe und Freundschaft; das ist eben italienisches Blut.

Blicken wir auf den Tunnelbauplatz (Fig. 9). Hier laufen all die Fäden der Minenarbeiten zusammen, hier wird für Luft und Licht im finsteren Stollen gesorgt, ohne welche Leben und Arbeit versiegen würden; hier befinden sich die Lazarette der kranken Mineure, hier wird der Bohrer geschärft und endlich die Kraft des Bergstroms gesammelt, um alle die rasselnden Maschinen in Gang zu halten, welche das harte Gestein bezwingen helfen. Geheimnisvoll öffnet sich in der Bergwand die Pforte (Fig. 10), wo das Häuflein wackerer Streiter, Gnomen gleich, verschwindet, um einen Stein nach dem andern aus der Scheidewand zu reifsen, welche die Schweiz von Italien trennt.

Das Werk ist jetzt glücklich vollbracht! Schon sind die Bauten, unter denen besonders der Kehrtunnel bei Varzo das Interesse in Anspruch nimmt, auf der ganzen Strecke fertiggestellt, und bald dürfte die feierliche Eröffnung der neuen Weltverkehrslinie: Brig—Arona—Mailand erfolgen. Und wenn dann der Schnellzug dieses Tor verläfst, werden die Reisenden plötzlich Italiens Himmel über sich blauen sehen; von Minute zu Minute wird ein lebhafteres Crescendo in der Entfaltung der Vegetation beobachtet werden, ein Wachsen der Fülle landschaftlicher Pracht. Es ist eben ein in unverhältnismäfsigen Progressionen sich steigerndes Naturleben, wenn wir das Val di Vedro hinunter ins Tocetal eilen. Droben in den Einöden des Simplon waren unsere Augen dürftige Hungerleider, jetzt schwelgen sie im saftigen Grün der südlichen Vegetation.

Bald ist Crevola Ossolano erreicht. Wiewohl noch immer mitten im Gebirge, läfst der Ort bereits das Wesen italienischer Landschaft erkennen. Grün umrankte Steinhäuschen, überschattet von mächtigen Kastanien, und dazwischen der hellblinkende, schlanke Campanile, von dem das Ave Maria ins Tal niedertönt. Üppige, sinnliche Lebensfreude atmet die ganze Gegend, tausend kleine kokette Gruppen fesseln den Blick. — Weiter geht's nun abwärts über die schöne Schlucht der Bugna. Mit jedem Schritt taucht eine andere Welt hervor, ein anderes Volk und eine andere Sitte, ein Gartenland mit reichem Flor. Die Felswände, welche die Strafse bisher umschlossen, öffnen sich jetzt; wir blicken plötzlich in das weite Val d'Ossola, in welchem der Endpunkt der Simplonstrafse: Domo d'Ossola liegt.

Welch ein reiches Gelände! Und darüber leuchten die Schneeberge des Simplon; im Anblick dieser Urbilder schwelgender Lebens-

fülle haben sie ihre Häupter schüchtern in Wolken gehüllt. Domo d'Ossola, deren Hauptstrafse wir betreten, ist ein Fleck, der in vieler Beziehung an Brig erinnert. Weit vorspringende Giebel, Arkaden unter den Häusern, Kaffeewirtschaften, Osterien unter Rebenlauben, und auf der Strafse arbeitende Handwerker, meist Regenschirmmacher, geben dem Städtchen südliches Gepräge. Am lohnendsten ist der Besuch Domo d'Ossolas an einem Markttage, wenn das Volk der hinter der Stadt liegenden Gebirgstäler in dem Glanz und Farbenjubel alter malerischen Trachten erscheint. Gotteshäuschen in



Fig. 10. **Südportal des Simplontunnels in Iselle.**

wunderbarster südlicher Romantik, kleine zierliche Kapellen schmücken die umliegenden Bergeshöhen. Und um dieselben wuchert das Grün in wilder Pracht. Die fröhliche Weinrebe, die in sorglosem Leichtsinn emporturnt und lustige, flatternde Girlanden von Baum zu Baum schwingt — hier zeigt sie ihr wahres Naturell, hier lebt und strebt in ihr der Feuergeist, den sie durch die Traube als sprudelnden Lebensquell zollt. Wie wonnig weilt es sich unter diesen Rebendächern in der balsamisch reinen Luft des Südens! Weiter begegnen wir bereits dem Maulbeerbaum, dessen Blätterernte für die Seidenzucht bestimmt ist, dem Nufsbaum in wahrhaft prächtigen Exemplaren und endlich der Edelkastanie, der südlichen Alpentäler gröfste Zierde.

Bei Domo d'Ossola sind wir in das Paradies der oberitalienischen Seen getreten. Schnell bringt uns die Eisenbahn, dem Tocetal folgend, nach Gravellona, und eine kleine Fufswanderung führt uns von dort nach Pallanza. Über dem klaren Gewässer des Lago Maggiore spannt sich der Azur des Südens. Wo wir an den Ufern desselben auch wandeln mögen, überall begegnen wir Bildern heiterer Pracht. Tausende, die über den Gotthard kommen, finden sich zur Winterszeit hier ein, um das Erwachen des Frühlings zu einer Zeit zu erleben, in der unsere nordischen Fluren noch der weifse Schneeteppich deckt. Die neue Weltverkehrsader des Simplon wird weitere Tausende nach den oberitalienischen Seen locken, und die Schweiz wird Mühe haben, den Strom der Italienpilger zu hemmen und der allzumächtigen Konkurrenz der südlichen Alpentäler entgegenzutreten.

Bei Pallanza ragen aus der Flut des Lago Maggiore die Borromeischen Inseln. Die Blumenterrassen der Isola Bella, die Zypressenhaine und der Lorbeerwald der Isola Madre, die weifsen Häuser der Isola dei Pescatori erscheinen wie eine im Lichtglanz schwimmende Meeresstadt. Da wandelt man in einem Zaubergarten, welcher die Pflanzenwelt Europas, Asiens und Amerikas in reichster Harmonie vereint. Die Magnolia breitet ihr wunderbares Blütendach über Orangen und Granaten, Sonnenblumen und indische Nelken. Neben blinkenden Silberpappeln erheben sich dunkle Zypressen, und Palmenbäume erzählen der Zeder von Lybanon von der Wüste sonniger Glut. Die Isola Bella war in der Mitte des XVII. Jahrhunderts ebenso wie die Isola dei Pescatori nur von armen Fischern bewohnt. Graf Vitalliano, Haupt des Hauses Borromeo, liefs dies Eden hier entstehen mitten unter den Schneedächern der Simplonberge und des Monte Rosa. Und weiter eilen wir in die Po-Ebene der lombardischen Hauptstadt entgegen. „Milano" erschallt's. Ein Strom reichen Kulturlebens rauscht beim Eintritt in Italien an unserem Auge vorüber. Einer versteinerten Pflanzenwelt gleich, die mit tausend Blumen und Knospen hinauf ins Licht, in die Klarheit des südlichen Himmels strebt, steht der herrliche Dom von Mailand vor uns

Ungezählte Scharen kommen jährlich von jenseits der Berge ins südliche Land und erfreuen sich an der Schönheit, an dem Glanz und Leben der Städte. Sie danken es dem Siege menschlicher Technik über die Naturgewalten, sie danken es dem Genius und der Arbeit, welche die Alpen bezwungen, das Land des Südens dem Norden geöffnet hat.



Das Gefrieren und Erfrieren der Pflanzen.

Von Dr. C. **Müller** in Potsdam.

Dafs dem eisigen Hauche des Winters so mancher Angehörige unserer Pflanzenwelt zum Opfer fällt, dafs unerwartete Frühjahrs- und Herbstfröste Baum und Strauch zerstören, ist ja leider in unseren Breiten keine Seltenheit, und Landmann wie Gärtner wissen von nicht unbedeutendem Schaden zu berichten, der ihnen in einem oder dem anderen Jahre auf diese Weise zugefügt ist.

Ein Erstarren der Pflanzengewebe zu Eis ist zu erwarten, wenn die Temperatur des umgebenden Mediums auf 0° gesunken ist. Wie nun aber durch eingehende Untersuchungen gezeigt worden ist, gefrieren die Pflanzen erst bei tieferen Temperaturen; sie müssen, ehe Gefrieren erfolgen kann, überkältet werden. So liegt der Gefrierpunkt der Kartoffelknolle bei — 1°, der Überkältungspunkt jedoch ungefähr bei — 3°. Soll also eine Kartoffelknolle zum Gefrieren gebracht werden, so mufs sie auf — 3° abgekühlt werden; erst dann erstarrt sie, wobei ihre Temperatur infolge der Eisbildung auf — 1°, den Gefrierpunkt, steigt.

Die Ursache für diese Überkältung ist darin zu suchen, dafs das Wasser, welches gefrieren soll, in einem Lösungssafte, dem Zellwasser, enthalten ist. Solche Lösungen gefrieren aber im allgemeinen erst einige Grad unter Null, und wenn sie gefrieren, so scheiden sie sich in fast reines Wasser, welches erstarrt, und eine konzentrierte Lösung, welche dies erst bei noch höheren Kältegraden tut. Beim Beginn des Gefrierens des Wassers wird aufserdem, wie ja schon angedeutet, die Temperatur des Pflanzenteils wieder höher, weil bei der ersten Eisbildung Wärme frei wird. Molisch sieht einen weiteren Grund für die zum Gefrieren notwendige Überkältung in der mikroskopischen Kleinheit der Pflanzenzelle. Nach den Untersuchungen Moussons nämlich gefriert Wasser in Glaskapillaren, deren Durchmesser kleiner als 0,3 bis 0,4 mm ist, nicht, wenn dasselbe auf — 7 bis — 10° abgekühlt wird und zwar wegen der molekularen Anziehung zwischen dem Wasser und der Glasfläche. Diese molekulare

Anziehung zwischen Zellwand und Zellflüssigkeit ist also danach neben dem schon oben genannten Faktor zum Teil die Ursache dafür, dafs die Zelle nicht bei 0°, sondern erst bei tieferen Temperaturen gefriert. Und da diese molekulare Anziehung auf der mikroskopischen Kleinheit der Zellen beruht, so sehen wir in dieser bis zu einem gewissen Grade ein Schutzmittel der Pflanzen gegen das Gefrieren und Erfrieren.

Während man nun früher allgemein der Ansicht war, dafs sich das Eis bei dem Gefrieren pflanzlicher Gewebe im Innern der Zelle bildet, haben neuere Untersuchungen gelehrt, dafs unter gewöhnlichen Umständen und in der Regel — die Wasserpflanzen sind ausgenommen — die Eisbildung zwischen den Zellen, nicht in denselben, in den schon ursprünglich vorhandenen oder in erst zu schaffenden Lakunen erfolgt. Wenn nämlich das Eis durch neuen Zuflufs von Zellwasser in den Intercellularen mehr und mehr heranwächst, so weichen infolge des Druckes auch miteinander verwachsene Zellwände auseinander und schaffen damit Raum für die sich allmählich vergröfsernden Eismassen. Die Struktur der Eiskristalle läfst, so sagt Kerner in seiner Pflanzenkunde, deutlich erkennen, dafs das Wasser durch die Zellwände hindurch nach aufsen gekommen ist und zwar nicht auf einmal, sondern nach und nach, denn man sieht an den äufseren, gegen den Intercellularraum sehenden Wänden das Eis in Form kleiner, übereinander geschichteter und zu Säulen vereinigter Scheiben, welche sich nur allmählich eine nach der anderen gebildet haben konnten. Damit aber das Wasser aus dem Innern einer Zelle in den angrenzenden Intercellularraum gelangt, ist ein Druck, eine Pressung notwendig, und dieser Druck kann nur von dem lebendigen Protoplasten in der Zellkammer ausgehen. Man dürfte sich daher den Vorgang des Gefrierens am richtigsten so vorstellen, dafs durch die Erniedrigung der Temperatur der Protoplast gereizt und angeregt wird, durch Zusammenziehung und Pressung einen Teil des Wassers nach aufsen zu befördern.

Von anderer Seite wird die Annahme einer besonderen Reizwirkung für die Erklärung dieser Erscheinung verworfen und diese darauf zurückgeführt, dafs durch eine erhebliche Temperaturerniedrigung unter Null eine Zusammenziehung der Pflanzengewebe und mithin auch der einzelnen Zellen erfolgt, die durch diese Volumenverminderung wiederum genötigt werden, einen Teil ihres sogenannten Betriebswassers in die Zwischenzellräume austreten zu lassen. Wie dem nun auch sei, soviel ist sicher, dafs der Pflanze selbst aus diesem

Vorgang ein nicht zu unterschätzender Vorteil erwächst. Dadurch nämlich, dafs die Bildung des Eises in den Intercellulargängen vor sich geht, wird der lebendige Teil der Zellen, der Protoplast, der eigentliche Träger des pflanzlichen Lebens, solange wie möglich vor Vernichtung geschützt. Würde das Wasser bei geringen Kältegraden sofort im Innern der Zellen zwischen den Molekülgruppen des lebendigen Zellteiles zu Eis erstarren, so wäre auch eine gründliche Verschiebung und damit eine Zerstörung der Molekülgruppen unvermeidlich. Aufserhalb der Zellen, in den Intercellularräumen, werden die Eiskristalle solche Zerstörungen nicht verursachen; hier können sich sogar umfangreiche Drüsen bilden, durch welche die Intercellularräume erweitert und die anliegenden Gewebeteile auseinandergedrängt und zerklüftet, teilweise auch abgelöst und abgehoben werden, ohne dafs gleichzeitig eine Zerstörung des molekularen Aufbaues der lebendigen Zelle stattfindet.

Nach dem Vorhergesagten liegt es auf der Hand, dafs das Gefrieren der Pflanzen mit dem Erfrieren derselben keineswegs gleichbedeutend ist, dafs der gefrorene Zustand nicht notwendig den Tod zur Folge hat. Übersteht eine Pflanze das Gefrorensein ohne Schaden, so wird das intercellular gebildete Eis beim Auftauen sogleich durch die Imbibitionskräfte der Zellmembrane und des Protoplasmas von den Zellen wieder aufgenommen, welche dadurch ihren normalen Turgor nebst allen Eigenschaften des frischen Zustandes annehmen, während die Eisklüfte wieder auf die gewöhnliche Weite der Intercellularen sich zusammenziehen. Gleichzeitig nehmen die Blätter, die durch das Gefrieren ihre Farbe geändert haben — das vorher undurchsichtige Gewebe wird manchmal glasartig durchscheinend, besonders bei einigermafsen saftigen Teilen, oder zeigt, wenn der Frost nur schwach gewesen und langsam eingetreten ist, deutlich blafsgrüne bis weifsliche Flecken in dem dunkelgrünen Kolorit — wieder ihr gewöhnliches Aussehen an, und alle Teile, die Krümmungen und Senkungen erfahren haben, erlangen ihre frühere Richtung und Form wieder. Erweist sich dagegen ein Pflanzenteil nach dem Auftauen als getötet, so zeigt er auffallende Veränderungen gegen früher. Dieselben sind zwar, wie Frank in seinem Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten dartut, je nach den Pflanzenarten und der Beschaffenheit des Pflanzenteils verschieden, stimmen aber in gewissen Momenten, welche die Symptone des Todes sind, überein. So sind alle auch nur einigermafsen saftigen Teile sofort nach dem Auftauen in hohem Grade schlaff und welk und haben, wegen Erfüllung der Intercellulargänge mit Flüssigkeit, eine

eigentümliche, durchsichtige, wie gekochte Beschaffenheit. Sie sind so weich, dafs sie, zumal voluminöse Teile, wie Rüben, Kartoffelknollen, durch geringen Druck den Saft aus sich wie aus einem Schwamme auspressen lassen. Befinden sich die Blätter an der Luft, so verlieren sie durch Verdunstung ihr Wasser ungemein schnell und sind bald ganz dürr, werden auch gewöhnlich unter dem Einflufs des Sauerstoffs der Luft, der seine Wirkung ausübt solange sie noch Saft enthalten, braun oder schwärzlich. Dasselbe gilt von farbigen, besonders weifsen, rötlichen oder gelben Blütenteilen.

Die Ursache des Frosttodes ist verschieden erklärt worden. Die von älteren Botanikern vertretene Ansicht, wonach das Erfrieren eigentlich auf einem Zerreifsen der Zellwand infolge des sich im Innern der Zellen bildenden und ausdehnenden Eises beruhe, hat wohl nur noch historisches Interesse. Sie ist insbesondere von Goeppert widerlegt worden und mufste namentlich deshalb ganz aufgegeben werden, weil, wie schon auseinandergesetzt, das Eis gewöhnlich gar nicht in, sondern zwischen den Zellen entsteht. Sachs vertrat die Ansicht, dafs der Tod die Pflanze nicht beim Gefrieren oder im gefrorenen Zustande ereilt, sondern erst beim Auftauen. Es ist nach ihm für die Erhaltung des Lebens entscheidend, ob das Auftauen langsam oder rasch vor sich geht. Durch langsames Auftauen könne man das Leben der Pflanzen erhalten; sonach wäre der Frosttod der Pflanze überhanpt keine direkte Wirkung, sondern eine indirekte Folge der Kälte. Diese Annahme ist nun aber nach den Untersuchungen von Müller-Thurgau und Molisch mit wenigen Ausnahmen, von denen als die am meisten interessierenden die Früchte von gewissen Birnen- und Äpfelsorten zu erwähnen wären, unrichtig. Hier wird die Zelle, wofern die Temperatur nicht eine gewisse Tiefe überschreitet, tatsächlich erst durch das rasche Auftauen getötet, und zwar aus Gründen, die wir vorläufig nicht kennen.

Zutreffend für den Frosttod der Pflanzen ist die zuerst von Frank und Müller-Thurgau gegebene, von anderen Forschern bestätigte Erklärung. Danach ist der Gefriertod der Pflanze im wesentlichen auf einen zu grofsen, durch die Eisbildung hervorgerufenen Wasserverlust zurückzuführen, durch welchen die Architektur derselben zerstört wird. „Wasser ist eine Lebensbedingung für alle Zellen der von Natur saftreichen Organe, wie der Stengel und grünen Blätter. Sinkt ihr Wassergehalt unter einen gewissen Grad, so ist dies für solche Zellen unfehlbar tödlich, wie es ja allbekannt ist, dafs Stengel und Blätter, sobald sie durch Wassermangel längere Zeit bis zu einem

gewissen Grade abgewelkt sind, sicher absterben, auch wenn man dann für ausgiebige Wasserzufuhr sorgt. Genau derselbe Zustand der Wasserentziehung findet statt, wenn die Pflanzen durch intercellulare Eisbildung gefrieren, indem dabei die Zellen erst vollständig zusammentrocknen und einschrumpfen. Die Erklärung des Frosttodes in den weitaus meisten Fällen wird also die sein, dafs der Tod jedesmal eintreten mufs, sobald durch Ausfrieren des Saftes aus den Zellen der Wassergehalt der letzteren unter das für sie erträgliche Minimum gesunken ist." Mafsgebend dafür, wie leicht eine Pflanze dem Frost erliegt, wird also sein, wie grofs der natürliche Wassergehalt derselben zur Zeit ist und einen wie grofsen Wasserverlust sie in dem augenblicklichen Zustande ihres Lebens verträgt. Diese Fähigkeit ändert sich mit dem allgemeinen Lebenszustande der Pflanze. Am gröfsten ist sie in dem Zustande der allgemeinen Vegetationsruhe, wo von selbst die Gewebe des gröfsten Teils ihres mechanisch gebundenen Wassers sich entledigen; sie wird also auch allmählich sich steigern, je mehr der betreffende Pflanzenteil in diesen Zustand übergeht.

Mit der Wasserentziehungstheorie durchaus im Einklang steht die Erfahrung, dafs Pflanzenobjekte, die auszutrocknen vermögen, ohne ihr Leben dabei einzubüfsen, wie z. B. Bakterien, Sprofspilze, Sporen, Samen, Moose und Flechten, auch nicht erfrieren, zum mindesten sehr grofse Kältegrade zu ertragen vermögen. Die Winterknospen unserer Bäume haben sehr wasserarme Gewebe; im Holze der Stämme und Zweige ist im Winter die Saftleitung unterdrückt, und auch die Rinde und die nichttätige Kambiumschicht sind dann fast saftlos. Von den wintergrünen Blättern gilt dasselbe. Alle diese Teile widerstehen aber auch den härtesten Wintern gut. Anderseits werden aber unsere einheimischen Kräuter, wenn sie spät entwickelt sind und noch in voller Vegetation vom Winter überrascht werden, durch starke Fröste getötet.

Wie oben schon gesagt, ist nun aber für das mehr oder weniger leichte Erfrieren der Pflanzen nicht blofs ihr Wassergehalt, sondern auch die Fähigkeit mafsgebend, einen wie grofsen Wasserverlust dieselben in dem augenblicklichen Zustande ihres Lebens vertragen können. Letztere Fähigkeit ist nicht erklärbar. Sie hängt zweifelsohne von der spezifischen Konstitution des Protoplasmas ab, und diese ist nicht nur bei den Sorten und Individuen einer und derselben Art, sondern auch in den einzelnen Vegetationsphasen der gleichen Pflanze verschieden. In der Konstitution des Protoplasmas selbst liegt also der wirksamste Schutz einer Pflanze gegen das Erfrieren; sie

bedingt in letzter Linie die Widerstandsfähigkeit einer Pflanze gegen den Frost. Da wir aber, so sagt Kerner, die Konstitution des Protoplasmas nicht kennen, so ist es müfsig, sich darüber in weitere Mutmafsungen zu verlieren. Naturgemäfs sind demzufolge die Temperaturen, welche von den verschiedenen Beobachtern für das Erfrieren einzelner Pflanzenarten angegeben werden, oft recht verschieden; jedenfalls sind die gefundenen Zahlen durchaus keine absoluten, ja dieselben haben, wie jeder Gärtner und Landwirt weifs, nicht einmal Durchschnittswert. So ertrugen z. B. nach Goeppert das Schöllkraut, die Grasnelke und das Hirtentäschelkraut Temperaturen von — 6 bis — 12 ^{0}, ja selbst Temperaturen bis — 15 ^{0} wurden unbeschadet ihrer Existenz von einzelnen dieser Arten ausgehalten. Gewächse, die sich äufserlich sehr ähnlich sehen und auch als Verwandte im natürlichen System grofse Übereinstimmung im anatomischen Bau zeigen, verhalten sich nicht selten hinsichtlich des Erfrierens ganz verschieden. Während z. B. die Pinie und die Meeresstrandkiefer keinen Winterfrost vertragen können, gedeihen andere Nadelhölzer noch in solchen Gegenden, wo die Stämme und Nadeln wochen- und monatelang auf — 20 ^{0} erkaltet sind. Die höchsten Kältegrade, welche die Vegetation in arktischen Gegenden zu ertragen hat, beträgt nach den Beobachungen Robert Kanes — 47 ^{0}. Solche Temperaturen erfahren die Bäume der Baum- und Waldgrenze des höchsten Nordens, unter ihnen obenan die sibirische Lärche.

Von ganz besonderem Interesse für die Land- und Gartenwirtschaft ist natürlich die Frage, ob es möglich ist, die Frostempfindlichkeit der Pflanzenarten zu vermindern oder mit anderen Worten: Pflanzen wärmerer Klimate bei uns zu akklimatisieren. An dem einzelnen Individuum, so schreibt Frank, ist das natürlich nicht möglich, ebensowenig an den durch Stecklinge gewonnenen Pflanzen, da diese alle Eigenschaften der Mutterpflanze beibehalten. Wohl aber ist diese Möglichkeit gegeben bei der Züchtung von Varietäten aus Samen, denn es treten bei der geschlechtlichen Fortpflanzung neben den Artverschiedenheiten auch individuelle Verschiedenheiten auf. Es variieren nicht blofs morphologische, sondern auch physiologische Eigentümlichkeiten und unter diesen auch die Widerstandsfähigkeit gegen Frost; so ergeben sich härtere Varietäten, welche einer gewissen Kälte noch widerstehen, welcher die anderen schon erliegen. Durch Auslese solcher härteren Varietäten und Weiterzüchtung derselben kann also innerhalb gewisser Grenzen eine Akklimatisation bewirkt werden.

Da die schädliche Einwirkung der Kälte so oft Pflanzen trifft, die für den Besitzer von nicht unerheblichem Werte sind, so war man von jeher auf Mittel bedacht, diese vor dem Einflufs der Kälte zu schützen. Bei Anwendung solcher wird es sich nun stets darum handeln, durch diese eine Abkühlung der Pflanzenteile auf diejenige Temperatur unter 0° zu verhindern, bei welcher ihre Säfte aus den Zellen ausfrieren; man wird also die Pflanzen mit schlechten Wärmeleitern umgeben müssen. Die Natur selbst bedient sich eines solchen Schutzmittels in Gestalt des Schnees. Die Schneebedeckung ist ein Schutzmittel, weil sie die Wärmeausstrahlung des Bodens und das Eindringen der Kälte verhindert und weil sie verhütet, dafs das etwa aus den Pflanzengeweben ausströmende Wasser verloren geht. Schnee sollte öfter, so viel als möglich als Schutzmittel benutzt werden, wenigstens in Gärten oder bei Kulturen beschränkten Umfangs; es empfiehlt sich, ihn in kalten, schneearmen Wintern aus den Wegen heraus an die empfindlichen Pflanzen zu werfen.

In der Waldregion erscheint häufig das dürre Laub als ein treffliches Schutzmittel, welches von den Bäumen fällt und sich über den Boden und die niederen Gewächse ausbreitet, denn nicht wenige von diesen, wie Waldmeister, Lungenkraut und Leberblümchen, erhalten sich darunter selbst im strengen Winter, ohne zu erfrieren, mit grünen Blättern bis zum nächsten Frühjahr. Dementsprechend bedeckt man die zu schützenden Pflanzenteile mit Laub oder Moos oder umkleidet sie mit Stroh, Schilf, Reisig usw. Weiter benutzt man auch Erde als Deckmaterial. Da der Erdboden in strengen Wintern kaum weiter als bis zur Tiefe von 64 cm gefriert, die Temperatur im übrigen mit der Tiefe rasch zunimmt, so gewährt gerade das Einlegen in die Erde einen vorzüglichen Schutz. Zwiebeln und Knollen stecken um so tiefer in der Erde, je mehr ihr Standort der Ausstrahlung und Erkältung ausgesetzt ist, je mehr die Gefahr droht, dafs im Winter nur eine dünne Schneelage den Boden bedeckt und je gröfser die Wahrscheinlichkeit ist, dafs selbst diese von Stürmen weggefegt wird. Die Lage der Knollen vieler Orchideen sowie der Knollenzwiebel der Herbstzeitlose kann nach Kerners Beobachtungen geradezu als Anhaltspunkt gelten, um zu bestimmen, wie tief in einer gewissen Gegend der Boden einfriert; denn regelmäfsig erscheinen diese in Tiefen gebettet, zu welchen der Frost des Winters nicht mehr vordringt. Schliefslich sei auch noch der Erzeugung künstlicher Wolken durch Rauch, durch welche die Ausstrahlung vom Boden verhindert werden soll, als Frostschutzmittel gedacht. Seit langer Zeit schon ist das Räuchern in den Wein-

gärten Südtirols und anderer Gegenden üblich und wird neuerdings auch mehr und mehr anderwärts befolgt. Selbstverständlich kann ein solches Mittel nur dann von Erfolg sein, wenn es gleichzeitig auf möglichst vielen aneinander grenzenden Grundstücken angewendet wird und wenn vor allem aber der Wind nicht zerstreuend, sondern so einwirkt, dafs der Rauch wie eine dicke Wolke gleichmäfsig über den zu schützenden Plan dahinzieht.





Woher rührt die Gelinktheit?

Eine physiologische Studie.

Auf Grund neuerer Veröffentlichungen.*)

Von L. **Katscher** in Berlin.

Der Mensch bevorzugt bei allen wichtigeren Verrichtungen die rechte vor der linken Hand. Mit der Rechten hält er das Schwert, die Werkzeuge, die Feder, mit ihr schüttelt er anderen die Rechte, sie benutzt er zum Gestikulieren, zum Segnen, bei allerlei Zeremonien usw. Als Ehrenplatz gilt der Platz zur Rechten. Der Deutsche und der Franzose nennen einen Ungeschickten „linkisch", und in mehreren anderen Sprachen ist „Unbeholfenheit" gleichbedeutend mit „Gelinktheit", das englische „sinister" (= unheilvoll, böse) bedeutet im Lateinischen „linkshändig".

Thomas Carlyle schrieb kurz vor seinem Tode: „Welch merkwürdig bevorzugte Rolle doch die rechte Hand bei der ganzen Menschheit spielt! Wir haben es da wahrscheinlich mit der absolut ältesten menschlichen Einrichtung zu tun. Ich bin neugierig, ob es irgendein Volk gibt, das zwischen den beiden Händen keinen Unterschied macht. . . . Warum nun gerade die Rechte gewählt wurde, ist eine unlösbare Frage, deren Aufwerfen nicht lohnt, es sei denn, dafs man sie wie ein Rätsel behandele. Wahrscheinlich rührt die Sache von Kämpfergewohnheiten her, denn die Rechte schützt das Herz und dessen Umgebung am besten und ist zum Schildtragen am geeignetsten."

Was der „Weise von Chelsea" als eine Art unlösbaren Rätsels betrachtete, haben viele Forscher für sehr ergründenswert gehalten. Insbesondere der hervorragende Gelehrte Sir Daniel Wilson, der denn auch eine plausible Aufklärung beibringt, und zwar in seinem

*) In erster Reihe sind zu nennen die Arbeiten von Dr. Fritz Lüddeckens, Sir Daniel Wilson, Dr. Andrew Wilson und Dr. Albert Kupferschmid.

vor etwa fünfzehn Jahren erschienenen vortrefflichen Werk „Lefthandedness“ („Die Gelinktheit“), in welcher er, der selber linkshändig war, die Ergebnisse theoretischer Untersuchungen mit denen praktischer Beobachtungen an sich selbst vereinigte.

Bekanntlich gibt es viele Linkshänder. — Woher rührt das? Ist der allgemeine Gebrauch der Rechten lediglich die eingewurzelte, ererbte Folge einer uralten Gewohnheit der Menschen, oder beruht er auf natürlichen, also mehr oder minder unabänderlichen Ursachen physischer, konstitutioneller Art? Um hier Klarheit zu schaffen, mufs man zunächst untersuchen, in welchem Mafs die Rechtshändigkeit vorgeherrscht hat und noch vorherrscht, beziehungsweise ob es je eine Zeit gab, in welcher die beiden Hände einander gleichgestellt waren, oder ob dies überhaupt nie der Fall war. Der 1883 verstorbene berühmte englische Romanzier Charles Reade, der beide Hände gleich geschickt zu benutzen verstand und mit Recht eifrig für die Erziehung der Jugend zur praktischen Zweihändigkeit eintrat, erklärte sich in seinem Buche „Der künftige Mensch“ für die erstere Annahme, dafs früher kein Unterschied gemacht wurde, und behauptete, dafs es noch jetzt barbarische Stämme gäbe, denen die Bevorzugung einer Hand unbekannt sei. Hiernach wäre die Bevorzugung also ein Ergebnis künstlicher, später vererbter Angewöhnung. Sir Daniel Wilson, der dem Gegenstand ein langjähriges Studium widmete, ist seinerseits zu ganz anderen Schlüssen gelangt als Reade, und zwar auf Grund archäologischer, paläontologischer, philologischer, geologischer und geschichtlicher Forschungen.

Was die vorgeschichtlichen Höhlenbewohner aus der Steinzeit betrifft, so waren dieselben nach Wilson, der ihre Feuersteinwerkzeuge auf das sorgfältigste geprüft hat, mit seltenen Ausnahmen rechtshändig. Dasselbe folgerte er aus zahlreichen Andeutungen in allen bekannt gewordenen ältesten und primitivsten Sprachen sowie aus antiken Handschriften. Der Umstand, dafs eine Reihe von orientalischen Sprachen — darunter das Hebräische — nicht von links nach rechts, sondern umgekehrt geschrieben werden, könnte im ersten Augenblick auf Gelinktheit schliefsen lassen, allein nähere Untersuchung widerlegt diese Vermutung. Jene Schriften sind nämlich nicht fortlaufend, d. h. die Buchstaben werden nicht miteinander verbunden, bleiben vielmehr getrennt, so dafs es geradezu naturgemäfser ist, dafs sie mit der Rechten geschrieben werden. Einige altägyptische Denkmäler scheinen bei oberflächlicher Betrachtung auf Gelinktheit hinzudeuten; eingehendes Studium ergibt aber, dafs das irrig ist. Während nämlich

ein rechtshändiger Künstler das Gesicht eines Profils, das er zeichnet, begreiflicherweise links anbringen wird, zeigen manche ägyptische Reliefs nach rechts gewandte Gesichter; aber die Ursache ist nicht in etwaiger Gelinktheit der betreffenden Bildhauer zu suchen, sondern in architektonischen Effektrücksichten. Auch dort, wo eine Gestalt eine Feder oder ein Schwert in der Linken hält, haben wir es nur mit Ausnahmen zu tun, welche lediglich auf Rücksichten der Symmetrie oder Perspektive zurückzuführen sind. Wo derartige Erwägungen unnötig waren, findet sich stets die Rechte bevorzugt. Bezüglich der auf eine längst entschwundene Kultur hinweisenden zentral-amerikanischen Denkmäler ist zu bemerken, dafs die steinernen Gestalten zumeist nach links blicken, also von rechtshändigen Künstlern gemeifselt worden sein dürften.

Für das Alter und die Allgemeinheit der Rechtshändigkeit sprechen auch einzelne Bezeichnungen der Himmelsgegenden in verschiedenen Sprachen. So z. B. bedeutet das hebräische Wort „jamin" sowohl „Süden" als auch „rechte Hand"; das gleiche gilt von dem sanskritischen „Dakschina", dessen Ableitungen wir in den meisten indo-europäischen Sprachen finden, und Ähnlichen begegnen wir auch anderwärts. Diese Doppelbedeutung rührt davon her, dafs die betreffenden Völker sich durch die Richtung des Sonnenaufganges orientierten und dabei den Süden natürlich zur Rechten hatten. Aus alledem folgert Wilson, dafs die Rechtshändigkeit kein Zufall, keine blofse Gewohnheit ist, sondern in unserer physischen und geistigen Natur begründet liegt. Wenn also die Angeln und Klinken der Türen, die Windungen des Korkziehers, die Zusammenstellung der Schere und tausend andere Dinge auf den Gebrauch mit der Rechten berechnet sind, so habe das seine triftigen Ursachen.

Diese Folgerung eines natürlichen Grundes brachte Sir D. Wilson dazu, die Entdeckung der Beschaffenheit desselben anzustreben. In diesem Punkt herrscht grofse Meinungsverschiedenheit. Während z. B. der hervorragende Anatom Barclay vor einigen Jahrzehnten die Ansicht aussprach, dafs der linken Seite des Körpers Blut in geringerer Menge und minder regelmäfsig zufliefse als der rechten — da die Adern der linken Seite die grofse Pulsader durchqueren müssen, um zur Blutkammer zu gelangen —, verfocht der Glasgower Universitätsprofessor Buchanan die Lehre, die Rechtshändigkeit sei bedingt durch mechanische Gesetze, welche mit dem Bau und der Lage der Eingeweide zusammenhängen; so habe die rechte Lunge drei, die linke blofs zwei Flügel; auch liege die Leber, das schwerste Organ des

Körpers, rechts. Dr. Struthers sucht die Buchanansche Theorie dadurch zu bekräftigen, dafs er das Gewicht der rechts von der Medianader liegenden Eingeweide für um 22 ³/₄ Unzen (= ca. 670 g) schwerer erklärt als das der linksseitigen. Aber die genannten Gelehrten gaben, beziehungsweise geben, selber zu, dafs ihre Anschauungen nicht hinreichen, alle einschlägigen Erscheinungen zu erklären. Sir D. Wilson räumt der Einrichtung der Eingeweide zwar einigen Einflufs ein, sucht aber den Hauptgrund anderswo, nämlich in dem Verhältnis zwischen den Händen und dem Gehirn. Die beiden Halbkugeln des letzteren arbeiten bekanntlich in entgegengesetzten Richtungen als Mittelpunkte der Nerven- und Muskelkraft, wobei die linke Halbkugel die rechte Körperseite beeinflufst und umgekehrt. Nun ist aber das linke Hirn gröfser und gewundener als das rechte; auch empfängt es seinen Blutzustrom unmittelbarer. Broca fand bei 40 Gehirnen den linken Vorderlappen schwerer als den rechten, und Boyd erzielte mit der Prüfung von 500 Gehirnen dasselbe Ergebnis. Aus alledem würde hervorgehen, dafs dort, wo Gelinktheit vorhanden, ausnahmsweise die rechte Hirnseite schwerer ist als die linke. Begreiflicherweise suchte Wilson nach einer Gelegenheit zur praktischen Erprobung dieser Schlufsfolgerung. Nach mehrjährigem Warten bot sich eine solche durch den Tod eines unverbesserlich linkshändigen Soldaten in Toronto (Kanada). Die Abwiegung des Gehirns ergab denn auch wirklich ein schwereres Gewicht der rechten Halbkugel.

Vor etwa zehn Jahren stellte Dr. F. Rosenberger eine originelle Theorie auf, indem er das Überwiegen der rechten Hand in Zusammenhang brachte mit der scheinbaren Bewegung der Gestirne, dem Orientierungsbedürfnis des Menschen im Raume und der daraus sich ergebenden Notwendigkeit der künstlichen Scheidung des Körpers in zwei asymmetrische Hälften: eine linke, negative, und eine rechte, positive; ferner mit dem Umstande, dafs der nach vorn ausgestreckte rechte Arm des (zwecks Orientierung nach der Sonne schauenden) Bewohners höherer Breiten der nördlichen Halbkugel besser in der Lage ist, Rotationsbewegungen im Sinne des Sonnenunterganges auszuführen als der linke. Abgesehen von anderen Unwahrscheinlichkeiten, dürften Rosenbergers Vermutungen schon darum verfehlt sein, weil für die der nordhemisphärischen Rechtshändigkeit notwendig entsprechende Linksablenkung auf der südlichen Halbkugel auch nicht die geringsten Beweise vorhanden sind. Nicht besser steht es mit einem Erklärungsversuch, den ein Anonymus vor längerer Zeit

in der Zeitschrift „La Nature“ machte. Danach soll der Säugling häufiger an die stärker entwickelte rechte Mutterbrust gelegt werden, somit der rechte Arm, weil weniger beengt, in der Lage sein, öfter spontane Bewegungen auszuführen und so früher zu erstarken als der linke. Die Lehrbücher der Anatomie wissen davon nichts; persönliche Erkundigungen bei Fachleuten ergaben zum Teil ein negatives Resultat. Ebensowenig ist die Hypothese nachzuweisen, dafs die Kinder in der Jugend mehr auf dem rechten als auf dem linken Arm getragen werden.

Nach Bolk steht „die stärkere Ernährung der linken Hirnhälfte, welche das Nervenzentrum für die rechte Körperhälfte ist“, mit der Rechtshändigkeit in Beziehung. Nach Biervliet „nimmt auch das Nervensystem an der Asymmetrie teil“. Buschan schreibt in einem Aufsatz („Umschau“ 1902): „Beim erwachsenen Menschen ist in den weitaus meisten Fällen die rechte Körperhälfte stärker entwickelt, wobei das linke Bein eine Ausnahme macht. . . . Die Fähigkeit des Nervensystems ist immer auf der gleichen Seite erhöht, auf der die Entwickelung der Gliedmafsen die stärkere ist. Niemals ist ein Rechtser mit seinem Gehör, seiner Sehkraft usw. ein Linkser. Auch die Rechts- und Linkshändigkeit ist angeboren, und man ist nicht imstande, durch Erziehung einen Linkser zu einem Rechtser zu machen und umgekehrt.“

Die „Angeborenheit“ leugnen mehrere andere Forscher; auch wird wiederholt behauptet, dafs man einen Linkser zu einem Rechtser machen könne. Unter den von den deutschen Ärzten Langstein und Hecht untersuchten zahlreichen Rechts- und Linkshändern befand sich ein junger Soldat, der ursprünglich gelinkt war und sich bei Erlernung seines Handwerks und später während des Militärdienstes den vorwiegenden Gebrauch der Linken — allerdings mit Mühe — abgewöhnt hatte und seit Jahren flott mit der Rechten arbeitete. Immerhin bediente er sich, so oft er besonderer Geschicklichkeit bedurfte, der Linken. Nicht nur durch Angewöhnung, sondern auch durch hypnotische Suggestion scheint man die Linkshändigkeit loswerden zu können. Einen einschlägigen Versuch machte ein Arzt mit einer vierjährigen Gelinkten. In der Hypnose wurde die rechte Hand des Kindes gefafst, und man befahl ihm, von nun an nur mehr diese zu gebrauchen. Die Wirkung der Suggestion war eine überraschende, da das Mädchen von jetzt an häufiger die rechte Hand zu gebrauchen begann und seit der nach wenigen Tagen vorgenommenen dritten Sitzung dauernd rechtshändig wurde und geblieben ist. „Ganz

abgesehen", heifst es in einem Referate der Wiener klinischen Wochenschrift, „von dem therapeutischen Erfolge, ist dieser Fall deshalb von besonderem Interesse, weil aus dem Effekte der Behandlung einer Linkshändigkeit durch Suggestion die Tatsache sichergestellt zu sein scheint, dafs auch da, wo sich die Linkshändigkeit gleich im Kindesalter entwickelt hat, ursprünglich eine gleichwertige Anlage beider Hirnhemisphären bestehen kann. Dieser Fall spricht aber nicht nur gegen das Übergewicht der rechten Hirnhälfte als Ursache der Linkshändigkeit, sondern auch dafür, dafs es jedenfalls der Erziehung möglich sein mufs, gleich von Beginn an einer Linkshändigkeit vorzubeugen."

Beachtung verdienen die folgenden Ausführungen, welche ein Ungenannter vor mehreren Jahren in der „Frankfurter Zeitung" veröffentlichte, und welche an die weiter oben erwähnte Carlylesche Vermutung erinnern: „Die Präponderanz der rechten Hand ist aber nichts uranfänglich Gegebenes, sondern eine Errungenschaft der Kultur, ein Resultat der fortschreitenden körperlichen und geistigen Differenzierung und Arbeitsteilung. Als der Mensch zum Menschen ward, als der Bau seines Körpers ihn befähigte und zwang, aufrecht zu gehen, hatte die rechte Hand wohl dieselbe Bedeutung wie die linke. Während den Beinen und Füfsen, als den Organen der Fortbewegung, gleiche Rechte und Pflichten bis heute zukommen, schied sich die zu reicherer Entfaltung bestimmte Tätigkeit der Arme und Hände also, dafs der linken Hand mehr die passive, haltende, schützende, der rechten die aktive, zufassende, angreifende Rolle zufiel. Die Präponderanz der rechten Hand dürfte von Hause aus sogar eine sekundäre Erscheinung sein. Die Notwendigkeit, im Kampf gegen Mensch und Tier den edelsten Teil des Körpers, das Herz, durch die bewehrte oder unbewehrte Linke zu schützen, wurde auf allerniedrigster Kulturstufe — Kampf war damals die Losung; für die Orientierung sorgte der urmenschliche Instinkt besser als das Anschauen der Gestirne — die Veranlassung, Keule und Beil, Messer und Spiefs in die Rechte zu nehmen. Diese Gewohnheit übertrug sich auf friedliche Beschäftigungen. Seit jenen Tagen beginnenden Menschentums hat sich, auch nachdem die primäre Ursache gröfstenteils weggefallen, das Übergewicht der rechten Hand durch Vererbung und Erziehung unter den Kulturvölkern immer mehr herausgebildet und befestigt. Bei Naturvölkern dagegen tritt diese Differenzierung zuweilen noch heute weniger deutlich hervor, wie denn auch zum Teile bei denselben die Scheidung der vorderen

von den hinteren Gliedmafsen minder scharf durchgeführt ist (Greiffufs). In ähnlicher Lage befinden sich unsere Kinder, die zum Gebrauche und zur konventionellen Höherwertung der Rechten geradezu erzogen werden müssen. In letzter Linie bildet also die Organisation des menschlichen Körpers: die Lage des Herzens, vielleicht auch mitwirkend die Beschaffenheit der Aorta, verbunden mit Beziehungen des Menschen zur Aufsenwelt, die primäre Veranlassung zur kräftigeren Entwickelung des rechten Armes, zur gröfseren Geschicklichkeit der rechten Hand. Kulturelle Faktoren kamen hinzu."

Eine ganz neue Theorie stellt Dr. Andrew Wilson auf. Anknüpfend an die Tatsache, dafs die die Bewegungen des rechten Armes beherrschenden Zentren dicht neben dem Sprachzentrum der linken Hirnhälfte liegen, fragt er: „Ist es nicht wahrscheinlich, dafs die Überlegenheit unserer rechten Körperhälfte in ihrem Wachstum gleichen Schritt gehalten hat mit der Entwickelung der Sprache?" Er leugnet das Hervorgehen der Rechtshändigkeit aus der andauernden Übung im Gebrauch der Rechten von Kindheit auf und betrachtet sie als ein Ergebnis der Evolution aus der Doppelhändigkeit heraus. Für die Linkshändigkeit, welcher Daniel Wilson ein eigenes Buch gewidmet hatte, bringt Andrew Wilson keine Erklärung bei.

Desto eingehender sind die von Lüddeckens („Rechts- und Linkshändigkeit", Leipzig, Engelmann 1900) beigebrachten Erklärungen sowohl für die Gelinktheit als auch für die Rechtshändigkeit. Das Buch dieses inzwischen verstorbenen Arztes ist die wissenschaftlich wertvollste aller bisherigen Schriften über den Gegenstand und dürfte berufen sein, grundlegend zu wirken. Die Behandlung der Sache durch L. ist eine durchweg anatomische und beruht auf gründlichen Forschungen. Der rote Faden, der sich durch seine Darlegungen zieht, ist die absolute Verwerfung der Möglichkeit, dafs die Rechtsbezw. Linkshändigkeit auf Angewöhnung beruhen könne. Unter anderem sagt er, „ohne weiteres unhaltbar sei die Auffassung, dafs der Mensch bei ursprünglich gleicher Funktion beider Hemisphären des Gehirns die Mitarbeit der einen immer mehr einschränke und sich an den ausgiebigeren Gebrauch der einen Hand gewöhne". Schon die anatomische Tatsache, dafs das Zentrum für die Sprachmuskulatur nur auf einer Seite des Gehirns — bei den Rechtsern blofs auf der linken Seite — zu vollkommener Entwickelung kommt, schliefse die Richtigkeit der Angewöhnung der Rechtshändigkeit aus.

L. wendet sich gegen die verbreitete Meinung, dafs es sich bei der Linkshändigkeit um eine auf die Hand beschränkte Erscheinung

handle. Vielmehr komme dabei die physiologische Beschaffenheit der ganzen linken Seite in Betracht, die bei den Linksern die gleichen Merkmale aufweise wie bei den Rechtsern die rechte. Diese These, welche L. im Detail zu bekräftigen versucht, bildet, in Verbindung mit dem auch von Bolk und Biervliet bejahten Vorwiegen der linken Hirnhälfte gegenüber der rechten als Haupterklärungsgrund der Rechtshändigkeit, den Grundzug seiner Forschungsergebnisse. Bei ihrer Verfechtung zieht er aufser der Hand, dem Arm und dem Hirn auch das Rückgrat, das Ohr, das Sprechen, das Gehen, den Schlaf, die seelischen Vorgänge, die ganze Muskulatur usw. zur Untersuchung heran, am ausführlichsten jedoch das Auge. Durch zahlreiche Beobachtungen ist er dazu gelangt, die Linkshändigkeit in der Regel an einer Erweiterung der linken Pupille zu erkennen. Die das Auge betreffenden Mitteilungen sind die wissenschaftlich wichtigsten und gediegensten des Buches.

L. betont, dafs auch James Mark Baldwin „die Prävalenz der linken Hirnhälfte" für die natürliche Ursache des Vorherrschens der Rechtshändigkeit hält, und er führt aus dem Buche dieses hervorragenden Erforschers der Geistesentwickelung des Kindes interessante Versuche an, die derselbe mit seiner eigenen Tochter in deren frühestem Alter anstellte. Zunächst liefs er das Kind nicht immer auf demselben Arme tragen. Dann brachte er es vom 4. bis 10. Monat täglich zu einer bestimmten Zeit in eine bequem sitzende Stellung und liefs es nach den verschiedensten Gegenständen greifen. In dieser Zeit fand er gar keine Bevorzugung einer Hand, wobei allerdings zu beachten ist, dafs dem Kinde dabei noch keinerlei Muskelanstrengung zugemutet wurde. Sobald nun die bisher innegehaltene Entfernung von 10 Zoll auf 12 bis 15 vergröfsert wurde, äufserte die Kleine sofort eine aufserordentliche Vorliebe für die rechte Hand. Während sie bei den Versuchen des ersten Zeitabschnitts 577 mal mit der rechten, 568 mal mit der linken und 1042 mal mit beiden Händen zugleich zugegriffen hatte, benutzte sie in der zweiten Periode bei der gröfseren Entfernung der Gegenstände bei 80 Versuchen 74 mal die rechte, dagegen nur 5 mal die linke Hand und nur ein einziges Mal beide Hände zugleich. Bei einer Entfernung von 13 bis 15 Zoll bediente sie sich zum Greifen überhaupt nur noch der rechten Hand. Bei Verschiebungen nach links griff die rechte Hand mit um so gröfserer Anstrengung in den Bereich der linken über, während die linke noch weniger gebraucht wurde.

Die Rechtshändigen schlafen zumeist nur auf der rechten Seite

gut und bekommen, nachdem sie auf der linken viel schwerer eingeschlafen, dann häufig unangenehme Träume, zuweilen auch Alpdrücken oder Pollutionen. Die Gelinkten dagegen schlafen gewöhnlich nur auf der linken Seite gut. Bei diesen ist der höhere Blutdruck in der rechten, bei jenen der in der linken Kopfhälfte die Ursache. Und ähnlich entspricht nach L., wie gesagt, die Beschaffenheit der linken Seite bei den Linksern in allen Einzelheiten der Beschaffenheit der rechten bei den Rechtsern. „Ich war verblüfft," schreibt L. auf Grund eines reichen Beobachtungsmaterials, „bis zu welchem Grade eine Übereinstimmung zwischen beiden Zuständen, wie zwischen einem Gegenstand und seinem Spiegelbild, nachzuweisen war." Grofses Gewicht legt er bei der Gelinktheit auch auf die Vererbung. Er gibt Daten und Tabellen, aus denen das häufige Vorkommen der Linkshändigkeit in einer und derselben Familie in vielen Fällen hervorgeht. Hinsichtlich der Gelinktheit bei Schulkindern bemerkt er u. a.:

„In der Schule zeigt sich in der Regel bald, ob man es mit einem Linkshänder zu tun hat, und zwar auffallenderweise häufig beim Schreiben. Wenn sie auch oft mit vieler Mühe die der Rechtshändigkeit angepafsten Schriftzüge mit der rechten Hand schreiben lernen, so hat doch ein grofser Teil von ihnen die Neigung, sich dabei der linken zu bedienen. Später, wenn sie merken, dafs es sich schlecht gegen die Spitze der Feder schreibt, fangen sie vielfach an, von rechts nach links in sogenannter Spiegelschrift zu schreiben, wobei sie bei einem verhältnismäfsig sehr geringen Aufwand von Übung manchmal eine auffällige Geläufigkeit erlangen. . . . Eine linkshändige schwachsinnige Schülerin im Alter von 12 Jahren gab auf die Aufforderung, ihren Vor- und Zunamen mit der linken Hand zu schreiben, dieselben in Spiegelschrift wieder, und als ihr eine Kirche mit dem Turm nach links und dem Hause nach rechts vorgezeichnet wurde, fing sie mit der linken Hand von rechts an und brachte zuerst den Turm, dann nach links gehend das Haus aufs Papier. Sie hatte in der Schule rechtshändig richtig Schreiben wie auch Stricken gelernt; doch verfiel sie zeitweilig auch darauf, mit der linken Hand zu stricken. Sie strickte dann anstatt von dem Mittelpunkte nach links, von diesem aus nach rechts gehend. Hierbei nahm sie den Faden auf die rechte Hand (statt wie üblich auf die linke) und gab durch Verdrehung desselben der Masche eine der normalen entgegenlaufende Richtung. Solche Fälle von Spiegelstricken — in derselben Schule war früher schon ein ähnlicher beobachtet worden — dürften selten sein. Jedenfalls aber beweisen sie,

welche technischen Schwierigkeiten die Linkshändigkeit selbst bei Schwachsinnigen instinktiv zu überwinden vermag, um sich zur Geltung zu bringen."

Was die Zahl der Gelinkten betrifft, so wird sie von Flechsig auf nur 3, von Biervliet aber auf 22 % geschätzt. Die Wahrheit dürfte auch hier in der Mitte liegen. Es gibt mehr Linkshändige, als man gewöhnlich annimmt, jedoch wohl schwerlich mehr als 10 %. Bisher hat noch niemand umfassende, sich auf Tausende erstreckende Statistiken aufstellen können — und nur solche würden verläfslich sein —, weil kein Forscher mehr als Hunderte beobachtet und verglichen hat. Leider wird die Gelinktheit von vielen unwissenden Lehrern und Ärzten für eine üble Kindergewohnheit gehalten, die man nötigenfalls mit Gewalt beseitigen müsse. Ganz sinnlos werden die seltsamsten Mittel angewendet, um den doch völlig harmlosen vorwiegenden Gebrauch der Linken zu unterdrücken — meist ohne jeden Erfolg.





Der Saturnschatten und das System der Saturnringe.

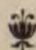
Da der Schatten des Saturn von der Sonne erzeugt wird, so würde er, wenn man Saturn selbst als vollkommene Kugel betrachten dürfte, in einem Kreiskegel enthalten sein, der die beiden Kugeln von aufsen einschliefst. Liegen ferner die Ringe des Saturn genau in einer Ebene, nämlich der des Saturnäquators, so schneidet diese Ebene den



Kegel in einer Ellipse, deren konkave Seite natürlich dem Schatteninnern zugewendet ist. Somit sollte der Saturnschatten, den wir auf den Ringen sehen, nach aufsen konvex sein. Schon früher ist aber bisweilen von Secchi, Hall und Wonaczek gerade das Gegenteil beobachtet worden. Besonders auffällig sah Dr. Guthnick auf der Sternwarte des Herrn v. Bülow-Bothkamp im Oktober und November 1904 die Erscheinung, die wir oben nach einer von ihm am 20. Oktober 1904 angefertigten und in einer besonderen Schrift publizierten Zeichnung wiedergeben.

Der Grund für diese sehr auffällige Erscheinung ist natürlich darin zu suchen, dafs die Ringe nicht genau in einer Ebene liegen, sondern zu der angegebenen Zeit in ihrer Mitte emporgewölbt

waren. Da die Ringe aus einem Schwarm kleiner Körperchen bestehen, von denen jeder frei seine Bahn um Saturn vollzieht, so liegt gar kein Grund vor, dafs sie sich mathematisch in einer Ebene halten sollten. Das Gegenteil wird vielmehr selbst dann zuzeiten eintreten müssen, wenn sie selbst von vornherein mathematisch streng angeordnet gewesen wären. Die Saturnsmonde beschreiben gegen die Ringebene beträchtlich geneigte Bahnen, und infolge ihrer wechselnden Abstände senkrecht zu dieser Ebene müssen die Ringkörperchen entsprechend seitlich abgelenkt werden. Wegen der wechselnden Stellung der Monde würden Ort und Gröfse dieser Ringwölbungen wechseln, und es sich damit ungezwungen erklären, warum die Konvexität des Saturnschattens kein konstantes Phänomen ist. Nach den Schätzungen der Schattenkrümmung, die Guthnick vornahm, hatte übrigens die Erhebung der Körperchen über die mittlere Ringebene damals den merklichen Betrag von rund 3000 Kilometern, was beinahe dem Durchmesser unseres Mondes gleichkommt. Guthnick hofft, dafs durch vervollkommnete Saturnphotographien dem Phänomen das Subjektive genommen wird, das ihm etwa noch anhaftet, und dafs zugleich die jeweilige Emporwölbung der Messung unterworfen werde. R.



Die Gesamtzahl der Nebelflecke. Wir kennen bislang über den ganzen Himmel verteilt rund 11000 Nebelflecke, wobei jedoch keineswegs alle Teile des Himmels gleichmäfsig durchforscht sind. Der viel zu früh verstorbene Keeler, der zweite Direktor der Lick-Sternwarte, hatte den lichtstarken Crossley-Reflektor besonders zur Aufsuchung neuer Nebel bestimmt. Seine Arbeiten auf diesem Gebiete zeigten vornehmlich, dafs die neuentdeckten Nebel dem bisher für selten gehaltenen Typus der Spiralnebel angehörten. Perrine hat Keelers Programm weiter durchgeführt und 104 Aufnahmen der helleren Nebel und Sternhaufen, die gleichmäfsig über den Raum vom Nordpol bis zum 25. Grade südlicher Deklination verteilt waren, gemacht. Auf 47 der Platten fanden sich neben den bekannten, die fast ausschliefslich sehr grofse Nebel waren, keine neuen Nebel. Auf den 57 anderen Platten wurden 745 neue Nebel gefunden. Das macht mit den bekannten 104 zusammen 849 Nebel auf 104 Platten, d. h. etwa $8^1/_2$ Nebelflecke auf je eine Platte. Da nun, um die Vollkugel des Firmaments zu bedecken, 62000 Platten von der Gröfse der verwendeten erforderlich sein würden, so würden bei gleich dichter Verteilung der Nebelflecke

über den ganzen Himmel sich am Firmament mehr als eine halbe Million Nebel finden. Ja, Perrine glaubt, dafs selbst diese ungeheure Zahl weit hinter der Wirklichkeit zurückbleibt, weil durch Verlängerung der Expositionszeit und Anwendung empfindlicherer Platten noch schwächere Nebel auf den Photographien erscheinen und solche, die jetzt von schwachen Sternen nicht zu unterscheiden sind, deutlich hervortreten würden. Da wir sonach bis jetzt nur einen geringen Bruchteil der Nebelflecke kennen, so sind alle Schlüsse über den Aufbau des Weltgebäudes, die sich auf die Verteilung der Nebelflecke stützen, noch sehr mit Vorsicht aufzunehmen. R.



Castor, ein vierfacher Stern.

Castor, der nördlichere der beiden Zwillingssterne, war als ein interessantes Objekt insofern bekannt, als sich in dem für das blofse Auge einfachen Stern bislang 3 Einzelsonnen bargen. Das Fernrohr zeigt den Stern doppelt; die Komponenten sind von der Gröfse $2^1/_2$ und $3^1/_3$ und stehen etwa 5 Sekunden auseinander, der schwächere genau südwestlich vom helleren. Es besteht aber eine Umlaufsbewegung, die seit der Entdeckung der Doppelsternnatur im Jahre 1719 $^3/_8$ der Umkreisung vollzogen hat. Nach der von Doberck berechneten Bahn beträgt nämlich die Umlaufszeit 347 Jahre. Das Spektroskop offenbarte bei einer Bestimmung der Geschwindigkeit im Visionsradius dem Beobachter Belopolski im Jahre 1896, dafs die hellere Komponente wieder aus zwei Sternen besteht, deren Umlaufszeit nicht ganz drei Tage beträgt.

Jetzt haben Campbell und Curtis mit dem Mills-Spektrographen der Lick-Sternwarte entdeckt, dafs auch die schwächere Komponente ein spektroskopischer Doppelstern ist. Dreiundzwanzig von September 1904 bis Januar 1905 gemachte Aufnahmen, zu denen je eine 1897 und 1901 erhaltene treten, geben Geschwindigkeiten im Visionsradius, die zwischen + 19 und — 9 Kilometern schwanken. Die Periode ist von den Entdeckern noch nicht abgeleitet, doch kann sie nicht weit von 9 Tagen entfernt sein. Nimmt man eine Bahnbewegung von 14 Kilometern pro Sekunde an, wie sie aus den eben angegebenen extremen Werten folgt, so ergibt sich für den Abstand des helleren Sterns vom Schwerpunkte dieses engen Systems $1^3/_4$ Millionen Kilometer. Bei ungefähr gleichen Massen wäre dies die Hälfte des Abstandes der beiden Sterne, also eine sehr geringe Gröfse, etwa $1^1/_2$ des Durchmessers unserer Sonne.

Das Castor-System, das nunmehr einem ins Kleine reduzierten Systeme von ε und 5 Lyrae gleicht (2 Paare eng beieinander stehender Sterne) gewinnt damit ein besonderes Interesse. Einmal kann sich die Vorstellung an dem Bilde der vier Sonnen erfreuen, die sich zu zwei und zwei in engem Umschwunge von 3 resp. 9 Tagen bewegen, während die beiden Paare selbst, etwa durch den hundertfachen Abstand von Sonne und Erde getrennt, in $3^1/_2$ Jahrhunderten um den Schwerpunkt kreisen. Ferner wird die weitere Verfolgung der begonnenen spektrographischen Messungen beider sichtbaren Komponenten eine dankbare Aufgabe für den Astrophysiker sein, da sie schliefslich genauesten zahlenmäfsigen Aufschlufs über alle Verhältnisse dieser wunderbaren Welt geben wird.



Acht weitere Sterne mit veränderlicher Bewegung im Visionsradius.

Aufser dem eben besprochenen, besonders interessanten vierfachen Sterne Castor macht die Lick-Sternwarte gleichzeitig noch weitere 8 Sterne bekannt, bei denen die Verschiebung der Spektrallinien nicht um konstante, sondern um schwankende Beträge gegen die terrestrischen Vergleichslinien erfolgt. Hierdurch wird das Vorhandensein eines weniger hellen Begleiters angezeigt, der sich seinerseits im Spektrum nicht verrät. Mit Einschlufs dieser 9 Sterne steigt die Zahl der bekannten spektroskopischen Doppelsterne auf 64.

Die 8 neuen Sterne sind:

α Andromedae, der Stern, durch den nahezu der Nullmeridian des Frühlingspunktes geht. Extreme — 2 und — 36 Kilometer; Periode unbekannt.

ζ Ceti mit sehr kleiner Schwankung von + 3,8 bis + 11 Kilometer und wahrscheinlich rund 4jähriger Periode.

γ Geminorum, der dem Orion nächste Stern der Zwillinge. Extreme — 4,7 und — 17 Kilometer, Periode unbekannt.

ζ Bootis, der rechts vom Arctur stehende Stern des Ochsentreibers. Extreme — 10 und + 7 Kilometer; Periode rund $1^3/_4$ Jahre.

Der in rascher Annäherung an die Erde begriffene Stern ζ Serpentis, dessen Einzelmessungen zwischen — 62 und — 39 Kilometer liegen; Periode unbekannt.

ζ Lyrae, der südöstlich von Wega stehende Leierstern, der optisch doppelt ist. Die vorangehende Komponente ist spektroskopisch wieder doppelt mit der starken Schwankung von 53 Kilometern in der

Dr. Barton, der seit $2\frac{1}{2}$ Jahren mit dem Bau eines neu- und eigenartigen Luftkriegsschiffes für die britische Regierung beschäftigt ist, macht über diesen anziehenden Gegenstand ausführliche Mitteilungen in „Page's Magazine". Das Luftschiff soll mit sieben Personen bemannt werden und eine Geschwindigkeit von über 32 km in der Stunde erreichen — also weit mehr als das Kriegsministerium erwartet. Das Hauptprinzip, auf dem die Konstruktion beruht, ist die Anbringung beweglicher Aëroplane zwischen dem zylindrischen Ballon und der verlängerten Gondel. Der 55 m lange Ballon mifst 12 m im Durchmesser und hat einen Kubikraum von 230 000 Fufs. Das Fachwerk der Gondel ist im Schnitt dreieckig, und die Spitze ist dem Kiel zugekehrt. Die Länge der Basis des Dreiecks beträgt 5 m, die der Seiten je 7 m. Der Hauptbau besteht aus vierzölligem Bambus, das Verdeck aus neun perronartigen Flächen, welche durch leichte Brücken miteinander verbunden sind. Jene drei Perrons, die am Heck, am Bug und in der Mitte sich befinden, sind für drei fünfzigpferdekräftige Buchet-Motoren bestimmt, welche auf Aluminiumbrücken ruhen, die aus dem Bambusgerippe (Inholz) der Gondel hervorspringen und mittels Stahlwellen der Länge nach miteinander verbunden sind. Die aus röhrenförmigem Stahl und messingenen Verbindungsstücken hergestellten Schiffsschrauben, sechs an Zahl, sind längs des Schiffes seitlich angebracht, eine auf jeder Seite jedes Buchet-Motors.

Die drei Ingenieure stehen mit Hilfe Bowdenscher Drähte mit dem Manne am Ruder in telegraphischer Verbindung. Vor jedem der drei Motoren sind zehn Aëroplane angeordnet, und zwar in einem Fachwerk aus röhrenförmigem Stahl mit messingenen Verbindungsstücken. „Jeder Aëroplan ist $4\frac{1}{2}$ m breit und 3 m lang. Der vordere Rand ist befestigt, aber der hintere kann in einem Winkel von 60° gehoben oder gesenkt werden." Da das Steigen oder Fallen des Luftschiffes mittels dieser beweglichen Aëroplane erfolgt, entfällt die bisherige Notwendigkeit, Gas ausströmen zu lassen oder Ballast hinauszuwerfen. Die Längenstabilität wird durch zwei Wasserbehälter erzielt, deren Verbindungsröhren durch eine mittels Motors getriebene Pumpe gehen. Diese Behälter, deren jeder 50 Gallonen (216 l) Wassers fafst, befinden sich am Heck und am Bug des Schiffes. Die Steuerung geschieht mit Hilfe eines 240 Quadratfufs messenden Ruders.

L. K—r.



Vogelzähmung im Freien.

Die Kunst des Zähmens der Vögel in Parks, Gärten usw. besteht in einer regelmäfsig an den Tag gelegten Freigebigkeit mit geeigneten Krumen: Brosamen, Käsestückchen, Nufskrumen usw., insbesondere während der kalten Jahreszeit. In Paris gibt es einen Sperlingsspezialisten, namens Pol, der täglich die Spatzen des Tuileriengartens um sich schart und sie lehrt, sich ihm futtersuchend auf die Arme und Hände zu setzen. Durch regelmäfsiges Auswerfen von Krumen und Getreidekörnern an einer und derselben Stelle und zu derselben Zeit gewöhnt er sie daran, sich schon vor seiner Ankunft zu versammeln. Anfänglich hält er sie an, während des Auswerfens ihre Plätze zu behaupten und dann dem Futter zu folgen, das er immer näher zu seinen Füfsen fallen läfst. Später legt er die Hand, auf jeder Fingerspitze ein Krümchen, auf den Boden, und die kühneren unter den Tierchen picken das Futter weg, nachher um die sich hebende Hand flatternd. Schliefslich lernen sie stetig auf den Fingern sitzen, um die Krumen von diesen fortzuschnappen.

Der englische Geistliche Francis Irwin kümmert sich nicht um die Spatzen, weil diese durch ihre grofse Zahl und ihre Zudringlichkeit alle anderen Vögel abschrecken, ausgenommen das Rotkehlchen. Einen Buchfinken bekam er so weit, dafs er ihm nicht nur aus der Hand frafs, sondern sich sogar an seinen Fingern den Schnabel abwischte! Er zähmte viele Rotkehlchen im Winter; im April wurden sie jedoch plötzlich scheu und streitbar (er schrieb das einer vermutlichen Beraubung ihrer Nester durch eine Katze zu) und erst im Hochsommer wieder zahm. Dagegen erwiesen sich zehn Buchfinken, die er fütterte, im Winter scheu und im April zahm. Während sie nämlich zuerst nur aus der im Schnee liegenden flachen Hand frafsen, setzten sie sich im Frühling auf die Finger, und sechs pickten sogar von den Lippen. Ein Weibchen übertrug die aus dem Munde des Geistlichen genommenen Körner in die offenen Schnäbel der Jungen. Ähnliche Ergebnisse erzielte er mit Blau- und Kohlmeisen. Die Kohlmeise ist bekanntlich ein sehr schüchterner Vogel. Dennoch sah ich — und ich war darüber erstaunt — auf dem Grazer Schlofsberg, wie der dortige Wächter einem Büchschen ein Samenkorn entnahm, und es zwischen Daumen und Zeigefinger hielt, worauf eine Kohlmeise herangeflogen kam und an dem Körnchen pickte, um es zu erwischen. Als eine Gruppe von Menschen erschien, flog sie weg, doch kehrte sie bald zurück, um weiterzupicken. Irwin leugnet die Erblichkeit der Zahmheit; er kannte viele vollkommen zahme Vögel, deren Junge

höchst scheu waren. Durch tägliches Bestreuen eines Fenstervorsprungs erreichte er, dafs sich das ganze Jahr hindurch — auch im Sommer — jeden Tag ein grofser Schwarm von Vögeln aller Art einstellte: Meisen, Rotkehlchen, Buchfinken, ja, selbst Drosseln, Schwarzamseln und braune Grasmücken.

Auf Pol zurückkommend will ich noch einiges Interessante hinzufügen. Dieser prächtige Mensch kennt viele seiner Tuilerienspatzen einzeln heraus, hat ihnen eigene Namen gegeben und erklärt ihre Intelligenz für so grofs, dafs sie schon am Tage nach der Taufe dem Namensruf folgen! Er meint, dafs er sich die Liebe dieser Tierchen in erster Reihe durch die unfehlbare Pünktlichkeit errungen hat, mit der er seit fünfzehn Jahren Tag für Tag vor ihnen erscheint. Er hat es dahin gebracht, dafs sie jeden seiner durch Wort oder Wink ausgedrückten Befehle sofort erfüllen. Fühlt ein alter oder kranker Spatz sein Ende nahen, so legt er sich Herrn Pol zu Füfsen, und dieser nimmt ihn in der Hand mit nach Hause, um ihn dort sterben zu lassen. „Ich habe keine Feinde," sagte er einmal; „hätte ich aber einen, so brauchte ich nur meine Vögel zu lehren, ihm die Augen auszupicken."

L. K—r.



Moderne Kassawakultur. In den Unionsstaaten Süd-Alabama, Mississippi, Georgia und Florida wird jetzt dem fünf bis sechs Fufs hohen, buschigen Kassawastrauch grofse Sorgfalt geschenkt. Er wächst nur in tropischen Gegenden, gedeiht in leichtsandigem Boden am besten, und seine Wurzeln ergeben relativ mehr Stärke als irgend eine andere Pflanze der Welt. Als Tapioka kennt man ihn bereits allerorten; dafs er aber auch bei der Mästung von Rindvieh, Schafen und Schweinen, welche ihn mit grofser Gier fressen, eine grofse Rolle zu spielen berufen ist, hat man erst jüngst entdeckt. Experimente haben ergeben, dafs Kassawa das billigste Mästungsfutter ist; man benutzt hierzu nur die Wurzeln, deren Durchschnittserträgnis acht Tonnen per Acre (40 Ar) ist. Die aus diesen Wurzeln erzeugte Stärke kommt auf fünf Cents pro Pfund und ist nach kürzlich angestellten Versuchen für Wäschezwecken sechsmal besser als die beste Weizenstärke, die um 20 % mehr kostet. Die Mästung mit Kassawa kommt dabei um 30 % billiger zu stehen als alle anderen Mästungsmethoden. Bislang hatte man für Kassawa künstliche Befruchter in Anwendung gebracht, aber kürzlich hat man entdeckt, dafs gewisse, in den Kassawagegenden

wildwachsende Bohnen- und Erbsenarten vorzügliche natürliche Befruchter des Kassawa sind. Es scheint sich also alles zu Gunsten dieser merkwürdigen neuen Industrie zu verbünden. —tsch—



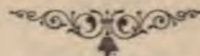
Moderne Verkehrseinrichtung. Um es den Vergnügungsreisenden recht bequem zu machen, hat die elektrische Trambahn in Salt-Lake City, der Hauptstadt des Mormonenstaates, für bestimmte Tage und Stunden einen Aussichtswagenverkehr eingeführt. Diese Wagen fahren von der Hauptstrafse ab und halten vor den Haupthotels, um Fahrgäste abzuholen und dann durch alle Strafsen und um die Stadt herum zu führen. An einem Ende des Wagens ist ein mit einem Sprachrohr bewaffneter Führer postiert, der die Passagiere auf alle Sehenswürdigkeiten aufmerksam macht und die nötigen Erklärungen dazu giebt. Die Amerikaner sind nicht nur auf ihr Land stolz, sondern auch von grofsem Lokalpatriotismus beseelt, so dafs zwischen den einzelnen Städten ein edler Wettstreit herrscht. Unter solchen Umständen ist es wohl begreiflich, dafs der Führer sich die gröfste Mühe nimmt, den Reisenden die Rundfahrt durch Salt-Lake City so anregend als möglich zu gestalten. Da dieselbe überdies sehr billig ist, nur zwei Stunden in Anspruch nimmt und, ohne die Reisenden zu ermüden, ihnen viel Anregung und Vergnügen bereitet, mufs man diese Idee sicherlich als ebenso praktisch wie angenehm bezeichnen und zur Nachahmung in den deutschen Grofsstädten empfehlen. Es ist das eine der besten Lösungen der Frage, wie man eine Stadt bequem, rasch und nützlich besichtigen kann. B. K.



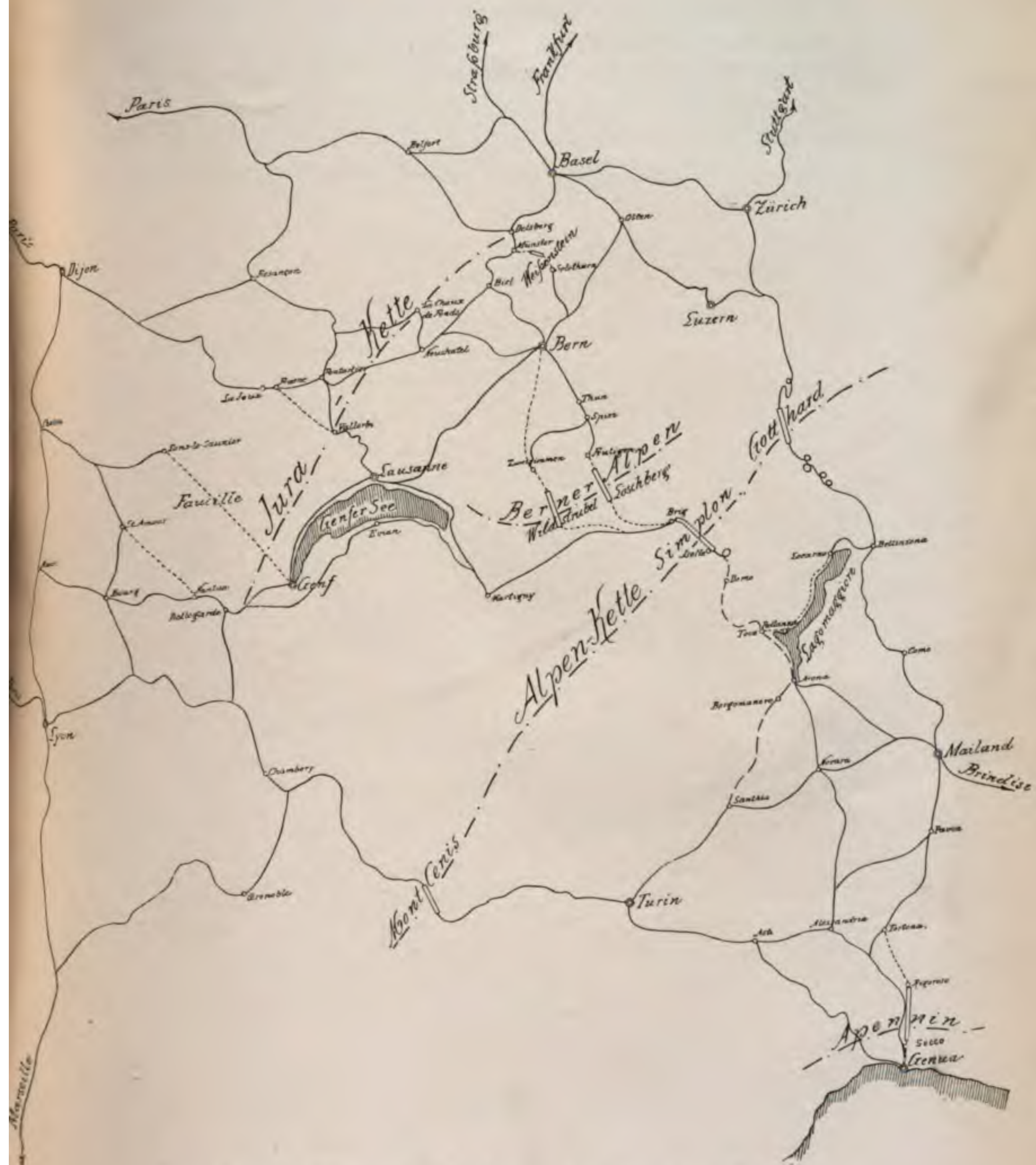


Carsten Borchgrevink: Das Festland des Südpols. Die Expedition zum Südpol in den Jahren 1898—1900. Nach Skizzen und Zeichnungen des Verfassers illustriert von Otto Sinding und C. Ditlevsen und mit Reprodnktionen photographischer Originalaufnahmen. Schlesische Verlagsanstalt v. S. Schottländer in Breslau.

Im vorliegenden Werk lernt der Leser einen neuerforschten Teil des Südpolarlandes kennen, welchen Borchgrevink als erster mit den Mitgliedern seiner Expedition betrat. Verfasser hat es mit vielem Geschick verstanden, die Schrecknisse der Schlittenreisen, welche zur weiteren Erforschung in diesen eisigen Gebieten unternommen wurden, und die beständigen Kämpfe mit den mächtigen schwimmenden Eisbergen zu schildern. Er erzählt von riesigen Gletschermassen, die von steilen Höhen herniederstürzen, von den südpolaren gewaltigen Vulkanen, die mitten aus der eisigen Schneelandschaft unheimlich drohend in die blaue Luft emporragen. Er berichtet ferner, wie die Expedition das ersehnte Ziel erreichte, die Besteigung der eigenartigen, ungeheuer grofsen Eisbarriere. Dabei ist seine Sprache bescheiden und frei von dem Bestreben, Sensation zu erwecken, sie entbehrt aber zuweilen auch nicht eines frischen Humors. Seine Ausführungen über die Tier-, Fisch- und Vogelwelt, besonders über die eigenartigen Pinguine, mit deren Lebensgewohnheiten und Eigenheiten er den Leser bekannt macht, erwecken besonderes Interesse. Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Expedition, welche dem Werk beigegeben sind, werden in klarer, leicht verständlicher Form erläutert. Die vielen Illustrationen, zum Teil nach Originalaufnahmen hergestellt, tragen dazu bei, dem Buch eine weite Verbreitung zu sichern.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Übersichtskarte der Zufahrtlinien zum Simplon-Tunnel.

über Borgomanera nach Santhià weitergebaut zur Einmündung in die bestehende Bahnlinie Novara—Turin, so dafs die Hauptstädte der Lombardei und Piemonts mit der südlichen Mündung des Simplon-Tunnels nunmehr durch gute Schienenwege verbunden sind (vergl. die beigefügte Übersichtskarte).

Die Toce mündet in den Lago Maggiore etwas oberhalb Pallanza. Es war der Wunsch begreiflich, diesen viel besuchten klimatischen Kurort an die Bahnlinie von Domo d'Ossola nach Arona anzuschliefsen. In der Folge entwickelte sich das weitergehende Projekt einer Verbindung der Simplon-Bahn mit der Gotthard-Bahn dem See-Ufer entlang bis Locarno, welches nunmehr von den beteiligten Kreisen eifrig studiert und verhandelt wird.

Die Eröffnung der Simplon-Bahn wird auch für Genua von Bedeutung sein. Der Seeverkehr dieser alten Handelsmetropole ist in raschem Aufblühen begriffen; ihre Bahnverbindungen mit dem Hinterlande führen vermittels zweier Tunnels durch den Apennin, entsprechen aber nicht mehr den Anforderungen der gesteigerten Verkehrsbedürfnisse. Die Stadtvertretung von Genua liefs daher in Anbetracht der Wichtigkeit guter Bahnverbindungen für ihren Seehafen, der wegen beständiger Verkehrszunahme immer mehr vergröfsert werden mufs, ein Projekt ausarbeiten für eine neue Eisenbahn von Genua nach Tortona mit einem tiefgelegenen Tunnel von 20 km Länge durch den Apennin, der in mehrfacher Hinsicht interessant ist.

Dieser Tunnel, der aus dem Secca-Tale direkt nach Rigoroso im Tale der Scrivia führt, hat die Länge des Simplon-Tunnels und soll auch wie dieser als Doppel-Tunnel ausgeführt werden. Sein höchster Punkt liegt nur 235 m über dem Meere. Der Ausbau kann durch Anlage von Schächten und Seitenstollen wesentlich erleichtert und beschleunigt werden.

Im ganzen sind drei vertikale Schächte und zwei Seitenstollen geplant, welche die Tunnellänge in sechs Unterabteilungen von je 3—5 km zerlegen und mit der doppelten Zahl von Angriffspunkten die Bauzeit auf ca. drei Jahre beschränken würden. Die geologische Untersuchung läfst auf einer Strecke von 3—4 km ungünstige Gesteinsverhältnisse befürchten, weshalb die Kosten dieses Tunnels auf rund 80 Millionen Francs veranschlagt worden sind. Da seine Ausführung den Verkehrsbedürfnissen des Haupt-Seehafens Italiens entspricht, so dürfte dieselbe voraussichtlich bald zur Tat werden.

Auf der Nordseite des Simplon-Tunnels sind es in erster Linie

die Hochalpen des Kantons Bern, welche seine direkte Bahnverbindung in nördlicher Richtung mit Bern, Basel usw. seither verhinderten und zu weiten Umwegen von Bern über Lausanne, den Genfer See entlang und das Rhonetal hinauf zwangen. Die hohe wirtschaftliche Bedeutung einer direkteren Bahnverbindung des Simplon-Tunnels mit der Bundes-Hauptstadt veranlafste in den letzten Jahren die Ausarbeitung verschiedener Bahnprojekte für die Herstellung einer kürzesten Schienenverbindung zwischen Brig und Bern durch die Berner Alpen selbst, welche vom Regierungsrate des Kantons einer internationalen Expertenkommission zur Begutachtung vorgelegt wurden. Diese Kommission bestand aus dem Ingenieur Colombo, Direktor des Polytechnikums in Mailand, Generaldirektor Garnir in Brüssel und Zivilingenieur Pontzen in Paris. Ende des vergangenen Jahres wurde ihr Gutachten veröffentlicht. Es spricht sich dahin aus, dafs die neue Bahnverbindung als internationale Transitlinie auszubauen ist und allen an eine solche zu stellenden Anforderungen genügen mufs, wenn sie konkurrenz- und lebensfähig sein soll. Von den der Kommission zur Begutachtung vorgelegten je zwei Projekten für eine Durchtunnelung des Lötschberges oder des Wildstrubels entspricht je eines den an eine solche internationale Bahnlinie zu stellenden Anforderungen. Das Lötschberg-Projekt des Ingenieurs Emch sieht einen 21 km langen Alpendurchstich vor mit einer Scheitelhöhe von 1004 m, das Wildstrubel-Projekt des Ingenieurs Beyeler einen Tunnel von 13,5 km Länge mit einer maximalen Meereshöhe von 1128 m und einen zweiten Tunnel von 6,2 km in tieferer Lage für den direkten Anschlufs an Bern. Die Kommission gelangte zu dem Schlusse, dafs für eine neue direkte Bahnlinie Bern—Simplon durch die Berner Alpen die Durchtunnelung des Wildstrubels dem Lötschberg-Projekte vorzuziehen und dafs von einer Benutzung der bereits bestehenden Bahnlinie von Bern nach Zweisimmen Abstand zu nehmen ist, wie es das Projekt des Ingenieurs Beyeler auch vorsieht, weil diese Lokalbahn für einen gröfseren Transitverkehr nicht genügt. Die Kosten der Bauausführung wurden auf 82 Millionen Francs bei einer Bauzeit für den 13,5 km langen Alpentunnel von $4-4^1/_2$ Jahren veranschlagt. Die Fertigstellung der Wildstrubelbahn würde auch das westliche Deutschland dem Simplon-Tunnel wesentlich näher bringen.

In Frankreich hat man gleichfalls bereits seit mehreren Jahren mit den Studien für einen besseren Ausbau seiner Zufahrtlinien zum Simplon-Tunnel begonnen, ist aber trotz der allgemein anerkannten Wichtigkeit dieser Angelegenheit noch zu keinem abschliefsenden

Resultate gelangt. Der Westen Deutschlands besitzt gute Eisenbahnverbindungen mit Italien über den Gotthard. Von Strafsburg, Frankfurt a. M. und Stuttgart führt der internationale Verkehrsweg über Basel, Zürich, Luzern durch den Gotthard-Tunnel nach Mailand. Der Süden Frankreichs steht durch den Mont-Cenis-Tunnel mit Turin in Verbindung. Von Paris führen zwei Schienenwege nach Mailand, der eine über Belfort und Basel durch den Gotthard, der andere über Dijon und Macon durch den Mont-Cenis, die beide als kürzeste Fahrzeit rund 18 Stunden verlangen. Der Simplon-Tunnel gestattet den Weg und die Fahrzeit zwischen Paris und Mailand bedeutend abzukürzen, wenn das der direkten Verbindungslinie Paris—Simplon vorgelagerte Bollwerk der Jura-Kette an passender Stelle in hinreichend geringer Meereshöhe durchbrochen wird. Die bestehenden Bahnverbindungen durch den Jura führen sämtlich über Höhen von rund 1000 m, die hauptsächlich in Betracht kommende Strecke Pontarlier—Lausanne über eine Scheitelhöhe von 1012 m. Der Simplon-Tunnel erreicht nur eine Meereshöhe von 705 m, während Gotthard- und Mont-Cenis-Tunnel bis zu 1155 bezw. 1294 m ansteigen. Soll der Simplon-Tunnel für Frankreich seinen vollen Verkehrswert erhalten, so mufs auch die direkte Linie Paris—Simplon in tunlichst geringer Höhe über dem Meere durch den Jura geführt werden.

Die grofse französische Mittelmeerbahn-Gesellschaft wies bereits im Jahre 1900 auf die Dringlichkeit der wichtigen Frage des Ausbaues der westlichen Zufahrtlinien zum Simplon-Tunnel hin. Im folgenden Frühjahre ernannte die französische Regierung eine Kommission aus Fachmännern und Vertretern der hauptsächlich beteiligten Landesteile zum eingehenden Studium der in Betracht kommenden verschiedenen Möglichkeiten. Als nächstliegende Lösung der Frage bot sich der Ausbau der Linie Dijon—Pontarlier—Lausanne durch Umgehung der zu steilen Strecke über Pontarlier vermittels der neu herzustellenden Abkürzungslinien Frasne—Vallorbe oder La Joux —Vallorbe mit einem Scheitel-Tunnel von 6,4 km und einer maximalen Meereshöhe von 896 m, deren Gesamtkosten nur 27 Millionen Francs betragen würden.

Diesem Projekte wurde entgegengehalten, dafs es keine durchgreifende Lösung der Anschlufsfrage wegen zu grofser Meereshöhe des Scheitel-Tunnels herbeiführen könne. Die vorgeschlagenen Verbesserungen der bestehenden Bahnen seien unzureichend und würden immer weitere Umbauten nach sich ziehen. Vorteilhafter sei eine

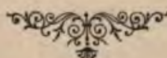
Umgehung der Jura-Kette durch die neu zu bauende Linie von St. Amour nach Mantua, welche nur bis zur Meereshöhe von 548 m hinaufgeführt werden brauche, aber einen Kostenaufwand von etwas mehr als 90 Millionen Francs erfordern würde.

Ein drittes, noch durchgreifenderes Projekt sieht eine Durchquerung der Jura-Kette unter dem Col de la Faucille vor vermittels eines Tunnels von 15 km Länge und einer Scheitelhöhe von nur 510 m über dem Meere.

Diese Faucille-Linie liegt zwischen den beiden vorgenannten und führt von Dijon über Lons-le-Saulnier, St. Claude und Mayrin in direktester Richtung nach Genf. Die letztere Stadt ist an der Verwirklichung dieses Projektes sehr interessiert und hat zu seiner Ausführung einen Beitrag von 20 Millionen Francs angeboten. Die Gesamtkosten würden aber 130 Millionen Francs betragen, da aufser der 15 km langen Faucille-Durchbohrung noch zwei weitere Tunnels von 11 km und 6 km Länge erforderlich werden und die Bauschwierigkeiten als sehr erhebliche zu betrachten sind.

Unter den drei vorgenannten Projekten für die Herstellung der direkten Verbindung Paris—Simplon—Mailand mufs die französische Regierung eine Auswahl treffen. Der Handelsminister, M. Dubief, hat sich dahin ausgesprochen, dafs bei der Wahl die allgemeinen Landesinteressen in erster Linie als ausschlaggebend zu berücksichtigen seien. Durch tunlichste Verkürzung der Strecke Paris—Mailand dürfe man hoffen, einen nicht unbedeutenden Teil des Gotthard-Verkehrs auf die Simplon-Linie abzuleiten, die englisch-indische Überlandpost dieser zuzuführen und auch den Transit-Verkehr mit der Schweiz wesentlich zu fördern. Anderseits aber müsse man auch auf die Verkehrsbedürfnisse Südfrankreichs und zumal die Zufahrten zum Hafen von Marseille über Lyon entsprechende Rücksicht nehmen und nicht zum Nachteile des letzteren den Simplon zu weit bevorzugen.

Im vergangenen April versprach der Minister der öffentlichen Arbeiten, M. Gautier, der französischen Kammer baldtunlichst ein Bauprogramm für die Anschlufsarbeiten, deren Ausführung mehrere Jahre beanspruchen wird, zur endgültigen Entscheidung vorzulegen.





Unter den Papyren am Anapo.

Von Professor Dr. G. Lopriore in Catania.

Keine der alten Kulturstätten Italiens begeistert den Wanderer durch die Fülle und Gröfse altertümlicher Erinnerungen so hoch wie Syrakus, und keine von den Seltenheiten dieser Stadt zieht so sehr an wie eine Fahrt unter den Papyren des Anapo.

Diesen Flufs vom herrlichen Golf ab hinaufzufahren, gewährt gerade einen der schönsten und unvergefslichsten Anblicke, welche die Vaterstadt des Archimedes bietet.

Vom Strand aus kann der Blick ungehemmt dahinschweifen und auf herrlichen, grofsartigen Szenerien ruhen, wie Theokrit und Virgil sie hier besungen, Domenichino und Salvator Rosa auf die Leinwand ihrer Marinen gemalt haben.

Die lachende Ebene, über die, an den sanften Abhang gelehnt, Villen und Gärten amphitheatralisch aufsteigen, prangt im Grünen, hier und da mit weifsen Felsen geschmückt und in der Ferne von dem sonnigen Hügelsaum des Hybla eingerahmt. Es fehlt ja, sobald das Boot hinauffährt, die Aussicht über das in der Ferne blinkende Meer, an der schon die alten Gebieter und Bürger von Syrakus vom griechischen Amphitheater aus ihr Auge erfreuten, doch wird uns am Ziel unserer [Fahrt diese prächtige Fernsicht noch vergönnt. Indessen wiegt uns im Boot die Täuschung, dafs ein belebtes, grofsartiges Amphitheater sich uns entgegenbewegt, uns in den Golf mit sanfter Bewegung zurückschiebend.

* * *

In seinem unteren Laufe eintönig und vulgär wie ein Bewässerungskanal, gewinnt der Anapo erst bergauf, da, wo die Papyrusstaude sich gebieterisch emporhebt, den Reiz, der noch in der Sage, in der Poesie fortlebt. Die Ufer erheben sich hier fast gerade und nähern sich bald so, dafs der Kahn nicht leicht hindurchschlüpfen kann, bald erweitern sie sich aber zu Busen, die von Papyrusreihen so eingefafst

werden, dafs der Blick nicht durch den hohen, grünen Zaun wandern kann, sondern auf dem hellen, tiefen Wasser ruhen mufs.

Nicht das Malerische oder Unendliche, noch das Wilde oder gar Entsetzliche beherrschen hier das Auge. Der ganze Zauber liegt im Papyrus, der das Ufer bevölkert und in dichten Legionen den weichen, unbeständigen Boden erobert.

Worauf beruht der Zauber des Papyrus? Auf dem melancholischen, die landschaftliche Physiognomie des heimatlichen Nilstromes ausprägenden Habitus? In dem mystischen, heiligen Pflanzen eigenen Ruhm? In der grofsen, den Wasserbecken unserer Springbrunnen sonst ungewöhnlichen Pracht?

Je nach Vorliebe und Vorbildung erfafst der Wanderer die Stimmung dieser tropischen, hierher verpflanzten Landschaft, die viel mehr noch als das Auge das Gemüt fesselt und den Geist bis zu der ältesten, ruhmvollsten Zeit des griechischen und römischen Syrakus schweifen läfst, klassische Erinnerungen wachrufend.

Und doch entbehrt die Papyrusstaude jener milderen Reize, welche die in reichem Grün prangenden Gewächse entfalten, denn es fehlt ihr der freundliche Anblick einer laubigen Decke, wie sie sonst den immergrünen Bewohnern der Gärten Italiens eigen ist. Trotz ihrer vergänglichen Existenz hat die Papyrusstaude mehrere Kulturepochen überlebt und im Vergleich zu anderen Sonnenkindern des Südens, die stolzen, menschlichen Denkmäler überdauernd, ihre Existenz neben ihrer poetischen und kulturgeschichtlichen Bedeutung erhalten.

Die Kultur hat die naturwüchsige Einförmigkeit der Pflanze nicht geändert, die Farbe und Fassung ihres grünen Gewandes und Gipfelbüschels nie unmodern gefunden oder gar der wandelbaren Laune der Zeit angepafst. Sie hat nur das Dasein der Pflanze in Obhut und Pflege genommen, das schlichte Naturgefühl einer Tropenvegetation beibehalten und es dem klassischen Ruhm dieser Gegend zugesellt, welche in Europa die einzige ist, welche den Vorzug geniefst, den hohen Schatz zu beherbergen.

* * *

„Wem ist diese hohe Gunst zu danken? Nicht dem Gärtner, den es immer nach neuen Gewächsen gelüstet, um der Herrscherin des Menschengeschlechts, der Mode, zu huldigen, auch nicht dem modernen industriellen Geist, der die grüne Mutterpflanze des vielgewandigen Papiers verkennt; wohl aber ist sie dem Verehrungsgefühle für das Klassische zu danken, das um so empfindlicher wird, je moderner es ist.

Eifersüchtig hat Italien das edle, vom Orient vererbte Geschenk beschützt und sinnig die Tradition gewürdigt, nach welcher es dem Orientalen immer als der höchste Genufs galt, im Schatten der Palmen, am Rande eines fliefsenden Wassers zu ruhen."[1]) Hier am stillen Anapo zu rasten, um den Geist zu stärken und ihn zu mystischen Gedanken anzuregen, bieten die Papyren einen heimischeren Schatten als die Palmen, sie versetzen uns in die Täuschung, als säfsen wir am Ufer des väterlichen Nilstromes und sähen die Helden der alten Sagen an uns vorübergehen oder gar die schlanke,



Fig. 1. **Unter den Papyren des Anapo.**

mit Wasser umspülte Gestalt der Pharaonentochter nach dem Korbe winken, in dem der künftige Israelitenführer liegt (Filia Pharaonis ..... cum vidisset fiscellam in Papyrione etc. Exod. 2. 5).

Fernere Zielpunkte bieten dem Auge keine Abwechselung, denn die seltenen Exemplare der Weide von Babylon spielen nur trügerische Fernen vor und geben der Naturstimmung mit ihren schlaffen, bis ins Wasser herabhängenden Zweigen einen noch ernsteren Ton.

* * *

Solchen träumerischen Gedanken überlassen, gelangen wir nunmehr an das Ziel unserer Fahrt. Eine seeartige Erweiterung, die

[1]) A. v. Kremer, Kulturgeschichte des Orients unter den Kalifen. Wien 1877. II. 324.

ringsum von Papyren eingefafst wird und denselben als Spiegel dient, sammelt das Wasser der kornblumenblauen Quelle Kyane (Testa di Pisma), die nach kurzem Laufe in den Anapo mündet.

Nach der bekannten rührenden Mythe wurde die gleichnamige Nymphe in diese Quelle umgewandelt, die mit Klagen und Gewalt den Pluto festzuhalten wagte, als er die Proserpina zur Unterwelt hinabführte. Die arme, im Schmerz weinende Nymphe wurde vor



Fig. 2. **Unter den Papyren des Anapo.**

Sehnsucht nach ihrer Göttin in Tränen aufgelöst und in eine ewige Quelle verwandelt.[2])

Die Quelle wird heute nicht von Nymphentränen, sondern von Wasseradern genährt, welche zwischen miozänischen Kalkschichten und unter basaltischen Tuffen liegend hervorströmen, und zu denen das von den benachbarten, in einem Halbkreise gelegenen Hügeln herablaufende Wasser noch hinzukommt. Es bildet sich auf diese Weise eine breite Sumpffläche, welche einst den belagernden Atheniensern

[2]) Diese Mythe wurde neuerdings durch einen steinernen, mit Nymphen und Sirenen geschmückten Springbrunnen künstlerisch verherrlicht, welcher im April vorigen Jahres, als S. M. der deutsche Kaiser den Ätna bestieg, auf der am Meer liegenden Piazza dei Martiri in Catania feierlich eingeweiht wurde.

und den Römern durch ihren Hauch besonders verderblich wurde und dadurch den Widerstand der alten Pentapolis begünstigte.

* * *

Denselben Ursprung aus unterirdisch laufenden Wasserschichten hat wahrscheinlich auch die berühmte Quelle Arethusa, die von Cicero sehr gepriesen wurde. Ihr Zusammenhang mit dem Alpheus ist eine aus der Phantasie hervorgegangene Mythe, welche die Griechen dem vaterländischen Flufs zu Liebe mit sich brachten, als sie sich von der Herrlichkeit dieses Strandes angezogen, in Syrakus ansiedelten. Nach dieser Mythe wurde die Nymphe Arethusa vom Flufsgott Alpheus von Elis bis hierher verfolgt und von der Diana in die Quelle verwandelt:

Alpheum fama huc Elidis omnem
Occultas egisse vias subter mare: qui nunc
Ore, Arethusa, tuo siculis confunditur undis.
Virg., Aen., III.

Wenn nicht die hellenische Flut, so hat doch das hellenische Blut und Kunstgefühl dieser Perle des Mittelmeeres Leben eingeflöfst, als an diesem Strand und an der ganzen ionischen Küste entlang über das Land der Bruttier blühende Kolonien entstanden, von denen Catania, Taormina und Messina die Sehnsucht der Nordländer noch heute bilden.

Diese ebenfalls mit Papyren geschmückte Arithusa-Quelle ist in dem heutigen Syrakus auf dem alten Inselchen Ortygia das Merkwürdigste, was aufser dem Minervatempel übrig geblieben ist. Das zuweilen rot hervorquellende Wasser, einst für das alte, in griechischen Tempeln befindliche Lustralwasser gehalten, scheint seine hohe Tugend nicht ganz verloren zu haben, da es noch heute den Ruhm geniefst, Sommersprossen zu vertreiben, und sich dadurch besonderes Lustrum beim edlen Geschlecht erwirbt.[3])

Eine andere, nicht im Wasserniveau des Golfs liegende, sondern vom Grunde desselben unter Druck hervortretende Quelle ist der Occhio della Zillica (Cilicae oculus), welcher lebhaft an die Verse erinnert:

Vom Rand zur Mitte sieht man Wasser rinnen
Im runden Napf, vom Mittelpunkt zum Rand,
Je wie man's treibt von aufsen oder innen.
Dante, Paradies XIV.

* * *

[3]) J. G. Seume, Ein Spaziergang nach Syrakus. Univ.-Bibl., Bd. 186—88. S. 195.

Der Quelle des Anapo wird in der Sage nicht nachgerühmt, in der Heilkunde eine Bedeutung zu haben, doch scheint sie wie aus einer magischen Hand hervorgegangen zu sein, um als Wohnsitz der Nymphen zu dienen. Kein Wind kräuselt die stille Wasserfläche, kein fremder Blick kann durch die grüne umringende Papyrusmauer auf den blinkenden Spiegel dringen. Das durchsichtige Wasser, der blendende Sonnenschein lassen die Umrisse von Fischen und Pflanzen klar und bestimmt sich abzeichnen, setzen Körper von Körper scharf gegeneinander ab, sodafs man glaubt, ein grofses Aquariumbassin vor sich zu haben. Und wie man vor diesem stundenlang mit Erstaunen schaut, was man mit Fleifs und Mühe darin gesammelt hat, so wird auch der auf den Grund dieses Wasserbeckens geheftete Blick nie müde, zu bewundern, was die Natur, nicht die Kunst darin erschliefst.

Durch das vom Grund sprudelnde Wasser und das eigentümliche Lichtspiel der Sonnenstrahlen scheint der See wie von unten beleuchtet, sodafs die sich hier auf der Wahlstatt ihres stillen Lebens freuenden Gewächse sonderbare Lichteffekte zeigen, welche an die der Blauen Grotte erinnern.

Oben entfaltet die Vegetation ihre gröfste Pracht. Es gilt daher, bei hellem Sonnenschein die Gunst des Augenblicks eilig wahrzunehmen, um die verschiedenartigsten Formen der grünen Gewächse und der bunten Fische näher zu betrachten. Man bewundert bald das Schimmern des wie Silberbänder flutenden Froschlöffels, bald das Flattern des kandelaberförmigen *Myriophyllum,* bald das Durchleuchten des Laichkrauts am Boden oder an den sanft emporsteigenden Wänden des Bassins, dessen tiefblaues Wasser von einer Menge Sauerstoffblasen durchzogen wird, welche wie Sternschnuppen in die Höhe ziehen.

Wie der Dichter so verlockend schildert, da

. . . . *„blühen*
Zauberwälder voller Pracht;
Da durchleuchten und durchsprühen
Waldesgrün und Purpurglühen
Den azurnen Schofs der Nacht.“

* * *

See und Flufs sind aus der Hand der Natur, nicht aus der des Menschen hervorgegangen, doch verdanken sie ihr heutiges Dasein nur der grofsen sorglichen Pflege, durch welche die verengernde

Wirkung der Vegetation vermieden wird, die danach strebt, See und Flufs schwinden zu lassen, den natürlichen Boden dem Papyrus zu entziehen und seine Existenz aufs Spiel zu setzen. Von diesen flutenden oder submersen Wassergewächsen begegnen dem Botaniker in den vom Ruder oder von der Hand weniger geplagten Stellen noch spärliche Exemplare, sodafs er mit geringer Mühe diese Pflanzenformation wiederherzustellen vermag.

Die wichtigsten Bestandteile der letzteren, sowie *Batrachium fluitans, Myriophyllum spicatum* und *verticillatum* subsp. *siculum, Ceratophyllum demersum* und *submersum, Callitriche autumnalis, stagnalis* und *hamulata* subsp. *pedunculata, Potamogeton crispus* und *pectinatus, Zannichellia palustris* und *Lemna trisulca* können sich hier ungestört nicht bilden, denn sie werden, sobald sie grofse Dimensionen erreichen und dichte Bestände zusammensetzen, weggerissen und in Haufen auf das Ufer geworfen. Die anderen, vom Ruder geschlagenen, vom Strom mitgerissenen und talwärts von besonderen, in den Flufs gestellten gitterartigen Eisengeräten aufgehaltenen Pflanzen beginnen sehr bald in Luft und Sonne zu verwesen.

Dieser vom Menschen in sorgsame Erziehung genommene See und der Flufs,

Welche zum Bad vormals seligen Nymphen gedient,
Die sich der ewigen Jugend erfreut in der tiefen Kristallflut,

verdanken ihr heutiges Dasein nicht dem mythologischen Ruhm, sondern der Kultur der Papyrusstaude, ohne welche sich der See in einen fahlen Sumpf verwandelt hätte.

* * *

In der Pflanzenformation des Sees ist der Papyrus der wichtigste Bestandteil, da er, am Rande festgewurzelt, sich vom Ufer nicht entfernt. Er liebt allein zu herrschen und dichte Legionen zu bilden, verschmäht es aber nicht, sich mit dem gemeinen Schilfrohr zu gesellen oder gar die Umwindungen der Ackerwinde zu dulden, welche siegreich den Gipfel erreicht und die schlanke Gestalt des Papyrus mit ihren bunten Blumenglocken schmückt.

Dem *Cyperus Papyrus* folgen als minder wichtige Bestandteile: *Cyperus longus* und *Preslii, Scirpus maritimus, Carex acutiformis, flacca, riparia, Cladium jamaicense, Glyceria aquatica* und *spicata, Iris Pseudacorus, Triglochin bulbosum* und *laxiflorum, Damasonium Alisma* var.

compactum, *Polygonum Hydropiper* und *serrulatum*, *Cerinthe aspera*, *Melilotus messanensis*, *Nasturtium amphibium* und *officinale*, *Ranunculus ophioglossifolius*, *Hydrocotyle natans*. Diese letztere, als eine der seltensten Bestandteile dieser Formation, siedelt sich mehr und mehr am Ufer an und bildet auf den Wasserpfützen polsterförmige hohe Bestände von sehr eigentümlichem Aussehen.

Die breite Sumpffläche, in deren Mitte der See liegt, mufs zur Blütezeit des griechischen Syrakus einer der vornehmsten Vororte gewesen sein. Hier feierten alljährlich die Syrakusier ein Fest zu Ehren der Persephone (Proserpina), die von Pluto aus der Kyanequelle geraubt wurde; hier stand westlich von letzterer das berühmte Olympieion, ein Hexastylos Peripteros, von dem heute nur zwei verstümmelte Säulen zum Andenken an den olympischen Zeus noch erhalten geblieben sind.

Von den übrigen, weit vom Anapo wachsenden Pflanzen verdienen besondere Erwähnung aufser der *Canna indica Elatine* und der *macropoda* auf zeitweise submersen Kalkböden, *Mesembrianthemum crystallinum* und *nodiflorum*, *Passerina hirsuta*, *Andrachne telephioides* und *Putoria calabrica* auf Felsen, *Colocasia antiquorum* an fliefsendem Wasser bei San Cosimano und *Juniperus phoenicea* auf dem sandigen Meeresstrand.

Die grofsartige Vergangenheit und Pracht des Ortes äufsern sich auch in der Vegetation, welche im Papyrus, in der *Canna indica*, *Colocasia antiquorum* und *Juniperus phoenicea* seltene und herrliche Vertreter einer einst weit verbreiteten und üppigeren Flora zählt.

Unter diesen verdient der Papyrus durch seine kulturgeschichtliche Bedeutung und seine durch biologische Verhältnisse bestimmte Vorliebe für den Anapo die gröfste Aufmerksamkeit. Er ist die lebende Reliquie nicht nur einer für den Menschen wichtigen Kulturepoche — man könnte sie fast Papyrepoche nennen —, sondern auch die Erbreliquie eines ruhmvollen Landes, des Pharaonen- und Pyramidenlandes, aus welchem er allmählich fast verschwunden ist, um sich eine zweite Heimat auf Sizilien zu suchen. Und wie er auf Sizilien aus mehreren altarabischen Kulturstätten, ähnlich wie schon aus Ägypten, gewichen ist, so könnte er die Quelle und Nymphe Kyane noch traurigerer, als es Pluto tat, verwitwen, sollte er von Behörden und Besuchern nicht besser behütet und geschont werden.

Die Existenz dieser Pflanze scheint also eine Frage von all-

gemeiner Kulturbedeutung zu sein, welcher Botaniker, Ästhetiker und Archäologen das lebhafteste Interesse schenken sollten.[4])

---

[4]) Ernst Renan scheint diesem beizupflichten, wenn er schreibt: „Le papyrus ne croit en Europe que dans la vallée de l'Anapus. En Egypte il devient rare. Si cette plante, qui a rendu de si grands services à l'esprit humain et qui mérite une place si capitale dans l'histoire de la civilisation, pouvait un jour être en danger de disparaître, je voudrais que les nations civilisées, à frais communs, lui assurent une pension alimentaire dans la vallée de l'Anapus." Vingt jours en Sicile. Revue des deux mondes, 15 novembre 1875. Cfr. O. Comes, Il popiro in pericolo. Atti del R. Istituto d'Incoraggiamento di Napoli. Serie VI. Vol. I. L'Italia orticola, 1904, p. 56 und *G. Lopriore*, Flora lacustre della Sicilia. Catania 1901, p. 27.



Über einige Vorgänge bei ungewöhnlicher Temperatur.

Von Dr. P. Dahms in Danzig.

Um einen allgemeinen Überblick über die Körper zu gewinnen, hat man sie seit langer Zeit in feste, flüssige und gasförmige eingeteilt. Da diese Gruppen nicht ohne weiteres zur Bezeichnung für alle Zustände genügten, wurden dann noch andere Ausdrücke eingeführt, z. B. um Flüssigkeiten zu charakterisieren, die sich in ihren Eigenschaften mehr den festen oder den gasförmigen Körpern näherten. Seitdem man in der letzten Zeit aber von „festen Lösungen“ und „plastischen, fliefsenden und flüssigen Kristallen“ spricht, seitdem anderseits die elektrolytische Dissoziation dazu geführt hat, entsprechende Gesetze für die Flüssigkeiten und Gase anzunehmen, mutet die alte Dreiteilung der Körper nach ihrem Aggregatzustande recht eigentümlich an.

Über die Beziehungen zwischen den Körpermolekülen ist in den letzten Jahren vieles aufgeklärt worden. Es verlohnt sich deshalb wohl der Mühe, auf verschiedene Erscheinungen, die im wesentlichen durch Vorgänge im Innern der Körper bedingt sind, einzugehen.

Vor allem mufs man allgemeine Betrachtungen etwa mit folgender Frage beginnen: Finden sich gewisse, wesentliche Eigentümlichkeiten der flüssigen und gasförmigen Körper auch bei den festen in mehr oder weniger geschwächtem Mafse vor?

Spring[1]) hat sich wohl zuerst eingehender und erfolgreich dieser Frage angenommen und sie zu lösen versucht. Kohäsion kann — wie er ausführt — zwischen den Teilchen eines festen Körpers wie zwischen den Tropfen eines flüssigen zum Ausdruck kommen, sobald sie sich tatsächlich berühren; tritt dieser Fall ein, so verschmelzen sie zu einem Stück. Die Eigenart, unter Zuhilfenahme von Druck zu ver-

---

[1]) Spring, W.: Sur l'apparition, dans l'état solide, de certains propriétés caractéristiques de l'état liquide ou gazeux des métaux. Bull. de l'acad. royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. 3me série, t. 28. Bruxelles 1894, S. 23—46.

schmelzen. ist nicht bei allen Körpern gleichmäfsig entwickelt. Sie wächst mit dem Druck und zwar um so vollkommener. je leichter die Masse unter der Einwirkung der mechanischen Kräfte sich verändert, d. h. je geringer die innere Reibung ist. Es genügt also nicht immer, die beiden festen Stücke aneinander zu pressen, doch geht die Vereinigung vollkommen und glatt vor sich, wenn mit dem Druck eine Art „Knetung“ einhergeht. die aus Mangel an innerem Widerstand zwischen den Teilchen des festen Körpers stattfindet.

Bereits früher hat Spring nachgewiesen, dafs dieses Einsetzen der Kohäsion in keiner Weise auf Teilchen von derselben chemischen Beschaffenheit beschränkt ist. Durch einfaches „Kneten“ unter Druck kann man aus verschiedenen Metallen auch verschiedene Legierungen erhalten. z. B. Bronze aus Kupfer- und Zinnpulver. goldgelbes Messing aus Zink und Kupfer. Woodsches Metall aus einer Mischung bestimmter Mengen von Wismut, Zinn, Blei und Cadmium. Werden schliefslich Metalle und Metalloïde gemischt und zusammengeprefst, so läfst sich ihre Veränderung unter Bildung chemischer Verbindungen nachweisen. Die mechanische Energie ist dann in noch glänzenderer Weise als unter Bildung von Legierungen, nämlich als Affinität zum Ausdruck gekommen.

Aus diesen und anderen Tatsachen geht zur Genüge hervor, dafs zwischen festem und flüssigem Zustande kein so grofer Unterschied besteht, als man zuerst glauben sollte. Untersuchungen über die kritische Temperatur haben unter anderem ferner zur Genüge den Zusammenhang zwischen flüssigen und gasförmigen Körpern erkennen lassen. Ebenso zeigen die aufgezählten Tatsachen, dafs der feste Zustand nur eine Fortsetzung des flüssigen ist. Die letzten Spuren von diesem gehen nur dann verloren, wenn zwischen den Molekeln eine besondere Anordnung, die unterhalb einer bestimmten Temperatur beständig ist, zum Ausdruck kommt. Die drei Aggregatzustände sind also nur die äufsersten Grade einer mittleren Form.

Diese Betrachtungsweise führte zu zahlreichen Folgerungen, über deren tatsächliche Richtigkeit der Versuch allein entscheiden konnte. Es war zuerst zu zeigen, dafs Stücke von demselben oder verschiedenem Metall sich selbst ohne jeden Druck vereinen, und zwar bei einer Temperatur, die weit unterhalb des Schmelzpunktes der Metallstücke liegt. Dann war weiter nachzuweisen, dafs sie sich auch unter denselben Bedingungen verflüchtigen: kurz, dafs die Metalle sich dann verhalten, als wären sie durch Wärmewirkung in Gasform übergeführt worden.

Als Ausgangspunkt für diese Untersuchung diente folgende theoretische Überlegung. — Nach der gegenwärtig allgemein anerkannten Gastheorie ist der Gaszustand durch die wechselseitige Unabhängigkeit der Molekeln charakterisiert. Diese schiefsen in gerader Linie vorwärts, bis ein Hindernis ihre Flugbahn unterbricht. Die Geschwindigkeit, mit der sie sich bewegen, ist der Gastemperatur direkt proportional; sie ist aber nicht bei allen Molekeln gleich grofs. Diese bewegen sich infolge der ausgeteilten oder empfangenen Stöfse teils langsamer, teils rascher. Man kann deshalb sagen, dafs in einem gegebenen Gase zu jeder Zeit wärmere und kältere Molekeln vorhanden sind, und ferner, dafs uns das Thermometer nur den mittleren Wert der Temperatur anzeigt, nie die äufsersten Werte.

Wenn nun die Aggregatzustände bis zu einem gewissen Punkte hinsichtlich ihrer Eigenschaften ineinander übergehen, so kann diese Hypothese auch auf den festen Zustand angewendet werden. Wir vermuten also, dafs sich die Molekeln in einer festen Masse mit verschiedener Geschwindigkeit bewegen können. Dann mufs auch für jeden schmelzbaren, festen Körper eine Ausgangstemperatur vorhanden sein, bei der die Geschwindigkeiten der Molekeln sich so weit beschleunigen, dafs sie mindestens der Temperatur des Schmelzpunktes entsprechen. Diese Molekeln besitzen dann Eigentümlichkeiten, welche dem flüssigen Aggregatzustande zukommen: sie stellen dann flüssige Molekeln dar. Ein fester, schmelzbarer Körper würde hiernach von einer bestimmten Temperatur an, je nach seiner Art, mehr oder weniger Flüssigkeit enthalten. Seine Weichheit oder sein Erweichungsgrad bei einer gegebenen Temperatur wäre dann ein Ausdruck für die Zahl der Molekeln mit den Eigenschaften von Flüssigkeiten.

Die Geschwindigkeit der schwingenden Molekeln wird ferner dort am gröfsten sein, wo sie ein gröfseres Feld für ihre Bewegungen finden. Nun hat aber die Oberfläche eines Körpers mehr Molekeln mit grofser Seitenbewegung als die Masse selbst: und deshalb auch eine gröfsere Weichheit. Dieser Schlufs stimmt mit dem von G. Van der Mensbrugghe [2]) überein, der bei seinen Untersuchungen über die molekularen Anziehungen in Flüssigkeiten und festen Körpern zu dem Gesetze kam: die Dichtigkeit eines festen Körpers ist oft, wenn nicht immer, an der Oberfläche geringer als im Innern der Masse.

---

[2]) Mensbrugghe, G. Van der: Remarques sur la constitution de la couche superficielle des corps solides. Bull. de l'acad. royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. Bruxelles. 1894, 3me série, t. 27, S. 877—884.

Das Experiment bestätigt die Richtigkeit dieser Betrachtung. Tatsächlich verschmelzen zwei feste Körper von demselben oder von verschiedenem Stoffe, die zur Berührung gebracht werden. Die Vereinigung setzt mit der Temperatur ein, bei der an der Berührungsfläche solche molekularen Bewegungen beginnen, wie sie dem geschmolzenen Zustande des Körpers entsprechen. Langsam wird die Zahl der sich vereinigenden Teilchen wachsen, so dafs das Resultat als Produkt aus Temperatur und Zeit angesehen werden kann, ohne dafs ein mechanischer Druck oder eine „Knetung" hinzukäme.

In einer ersten Reihe von Versuchen wurde Metall derselben, in einer zweiten solches verschiedener Art zusammengeschmolzen, in einer dritten wurde die oberflächliche Vergasung einiger Metalle weit unterhalb ihres Schmelzpunktes nachgewiesen. Es wurden zu diesem Zwecke ebene Flächen an verschiedenen Metallen hergestellt und die Stücke dann so aufeinander gelegt, dafs sie ohne jeden weiteren Druck als durch den des oben liegenden Stückes einander genähert wurden. Die Flächen adhärieren bereits bei gewöhnlicher Temperatur mit Ausnahme von Platin, doch ist je nach der Natur der Metalle diese Adhäsion stärker oder schwächer. Die Metallpaare wurden dann in einen Ofen gebracht, da eine Temperaturerhöhung die Diffusion der Körper sehr beschleunigt. Dabei waren sie in einem eisernen Bügel mittels einer Druckschraube zusammengehalten. Dieser stand auf einem Träger in einer Asbesthülle, der die Erwärmung durch die direkte Berührung mit den Wänden des Ofens verhinderte. Die Temperatur wurde immer tief unter dem Schmelzpunkte der Metalle gehalten, so bei Platin 1600°, bei Gold und Kupfer etwa 800° und bei den leichter schmelzbaren etwa 200° unterhalb desselben. Je nach der Härte des Metalls schwankte die Dauer der Berührung. — Metallstücke gleicher Art zeigten sich derart zu einem einzigen Stücke zusammengeschweifst, dafs ihre Verbindungsstelle nicht mehr sichtbar war. Verschiedene Metalle hatten sich dagegen dort, wo sie sich berührten, miteinander legiert, und zwar um so tiefer, je geschmeidiger sie waren. Schliefslich zeigten solche Metalle, welche nicht die Fähigkeit besitzen, sich gegenseitig zu lösen, wie z. B. Zink und Blei, nur Anfänge einer Vereinigung ohne irgendwelche Festigkeit. Vereinigte Stücke von Antimon kann man mit der Hand trennen. Dieses kristallinische Metall ist spröde und brüchig und enthält keine flüssigen Teilchen. Hier schwingen die Metalle im Takt, regelmäfsig, der kristallinischen Struktur entsprechend, so dafs Unterschiede zwischen ihren Schwingungen nicht bestehen. Bis dicht unter-

halb des Schmelzpunktes werden deshalb auch keine Moleküle flüssig.

Untersuchungen über den sog. harten und weichen Zustand der Metalle, über die Diffusion von Gold in festes Blei bei gewöhnlicher Temperatur mit und ohne Unterstützung des elektrischen Stromes und solche ähnlicher Art sind im Anschlufs an Springs Arbeit bis in die letzte Zeit fortgesetzt angestellt worden. Von ihnen ist diejenige von Hof[3]) besonders bemerkenswert, weil sie mehr praktische Ziele verfolgt.

Werden Stücke ein und desselben Metalls nach Springs Methode behandelt, so ist zu unterscheiden, ob die Platten verschiedene oder gleiche Temperatur besitzen. In ersterem Falle tritt Diffusion ohne weiteres ein, im zweiten nicht. Bei genügend hohem Drucke erhält man jedoch in beiden Fällen ein Stück. Die Ursache zu dieser Vereinigung ist bei Platten verschiedener Temperatur die Diffusion und die Annäherung der Oberflächenmoleküle, bei Platten gleicher Temperatur nur die durch den Druck zur Kohäsion gesteigerte Adhäsion. Über diese letztere hat Hof nun genauere Untersuchungen angestellt.

Späne von Kupfer, Stahl, Eisen und Rotgufs wurden einem Drucke bis zu 50000 kg ausgesetzt. Doch selbst bei dem höchst erreichbaren Druck zeigten die Prefsstücke nur geringen Zusammenhang und liefsen sich durch Schlagen mit einem Hammer leicht zertrümmern. Als die Versuche dann aber mit dem weifsen Lagermetalle, das zu Achsenlagern für Fahrzeuge, Pressen usw. in grofser Menge verwendet wird, ausgeführt wurden, ergaben sich erheblich abweichende Resultate. Das verwendete Metall bestand aus 83 Teilen Zinn, 6 Teilen Kupfer und 11 Teilen Antimon. Bei 10000 kg Druck war der Zusammenhang zwischen den einzelnen Spänen nur gering. Bei Erhöhung des Druckes konnten die letzteren immer weniger deutlich mit blofsem Auge voneinander unterschieden werden. Die Dichtigkeit nahm dabei fortgesetzt zu, und bei einem Drucke von 50000 kg entstand schliefslich ein vollständig gleichmäfsig aufgebautes Stück. Hof hat durch diese Versuche jedenfalls erwiesen, dafs Kohäsion nichts weiter als stark gesteigerte Adhäsion ist.

Wie ein weiterer Versuch zeigt, lassen sich aus derartigen Spänen Prefsstücke herstellen, die sich recht gut zu fertigen Lagerschalen eignen würden. Diese hätten vor den gegossenen den Vorzug dichter, deshalb widerstandsfähiger und billiger zu sein, in gröfserer

[3]) Hof: Über Diffusion und Metallpressungen. Verhandl. des naturhist. Ver. der preufs. Rheinlande etc. Bonn, Jahrg. 60, 1. Hälfte, 1903. Mit einer Tafel. S. 91—100.

Menge hergestellt werden zu können und schliefslich nach ihrer Entstehung in der Presse keiner weiteren Bearbeitung mehr zu bedürfen. Das Prefsstück nimmt genau die Form der Matrize an und läfst sich auch leicht vernickeln.

Wie sehr die Dichte der Prefsstücke mit dem Drucke wächst, zeigt eine Tabelle, nach der das Eigengewicht der Metallmasse zwischen den Grenzen von 10 000 bis 50 000 kg Druck von 5,67 bis auf 7,15, d. h. um rund 26 %, steigt. Bei Anwendung von 50 000 kg Druck konnten auch gut rotglühende Kupferdrehspäne innig verschweifst werden. Diese Tatsache steht den bisherigen Erfahrungen direkt entgegen; man mufs freilich dafür sorgen, dafs die zu vereinigenden Kupferstücke einander nicht ausweichen. In ähnlicher Weise liefs sich auch Rotgufs zusammenschweifsen.

Kehren wir nunmehr zu der interessanten Arbeit Springs zurück! Sind — so schliefst er weiter — die Molekeln an der Oberfläche eines Körpers, der mehr oder weniger weich ist, von genügend verschiedenen Geschwindigkeiten beseelt, so dafs sie teilweise funktionieren, als gehörten sie einem flüssigen Körper an, so folgt daraus naturgemäfs, dafs man selbst an ihnen Verdampfungserscheinungen beobachten kann. Diese werden um so intensiver sein, je leichter die Metalle sich vereinigen.

In einem Zinkzylinder wurde eine flache Vertiefung angebracht, darüber ein Kupferzylinder gesetzt und das Ganze einer Temperatur von 360° bis 400° ausgesetzt. Bei dem Metallpaare Kupfer-Kadmium betrug die erforderliche Temperatur 295° bis 300°. — Auf der freien Fläche des Kupfers über der Höhlung bildet sich dann im ersten Falle eine gelbe oder gelbbraune Färbung. Hält man die Luft möglichst fern, so entsteht ein goldgelber, fast tombackfarbiger Beschlag. Es bildet sich Messing wie bei der Fabrikation der Lyoneser Tressen, bei der man Kupfer Zinkdämpfen aussetzt. Eine seitliche Diffusion von einer gebildeten Legierung aus kommt hier nicht in Frage, ebensowenig die Wirkung der Elektrizität, da man die direkte Berührung der Metalle durch eine durchlochte Glimmerplatte unmöglich gemacht hatte. Auf dem Zink findet man einen bräunlichen Überzug, in dem man qualitativ Kupfer nachweisen kann; also auch Kupfer zeigt bei 400° schwach die Neigung, zu vergasen.

In bezug auf ihre Flüchtigkeit sind die Metalle also mit Moschus und anderen ähnlichen Substanzen zu vergleichen, welche fortgesetzt von ihrer Materie aussenden, wie uns der Geruchssinn lehrt, aber nicht merkbar von ihrem Gewichte verlieren, selbst nach langer Zeit

nicht. In gewisser Hinsicht entspricht das Verhalten der Riechkörper ferner der Energiestrahlung des Radium, freilich ist bei der letzteren die Fortbewegung der kleinen Teilchen sehr rasch im Verhältnis zu der bei den ersteren. Hier aber wie dort ist eine Energiequelle für die Strahlung anzunehmen und tatsächlich auch vorhanden.

Es mufs erwähnt werden, dafs ebenso, wie die Uranpräparate, auch ein Phosphorstab die Luft bei gewöhnlicher Temperatur für Elektrizität leitend macht. Seit ungefähr 1899 haben die Physiker eine Erklärung für diesen Vorgang, leider ohne rechten Erfolg, zu geben versucht. Bloch,[4]) der vor kurzem aufs neue an die Beantwortung dieser Frage trat, kommt auf Grund seiner Versuche zu dem Schlufs, dafs die Leitfähigkeit von trockener Luft, die über Phosphor geführt wird, durch Ionen sehr schwacher Beweglichkeit bedingt ist, welche selbst für nicht gesättigten Wasserdampf als Kondensationszentren dienen. Dabei ermahnt er, die endgültige Beantwortung der Frage zur Zeit noch aufzuschieben, bis man wisse, durch welchen chemischen Prozefs diese Ionen entstehen. Vor allem müsse man aber genau die Oxydationsvorgänge beim Phosphor studieren, über deren Verlauf uns bis heute nur ungenügende Angaben vorliegen.

Von einer Vergasung fester Körper unterhalb ihres Schmelzpunktes, wie man sie ähnlich auch beim „Fortfrieren" des Schnees und beim „Verdampfen" von Quecksilber bei gewöhnlicher Temperatur beobachten kann, weifs auch Moissan[5]) zu berichten. Gelegentlich einer Untersuchung der Quelle Bordeu gelang es ihm, in dem Schwefelwasser der Grotte und auch in den entweichenden Gasen freien Schwefel nachzuweisen. Wurden die Dämpfe in einem Glasgefäfs mit Eis verdichtet, so erhielt man eine farblose Flüssigkeit, die einen sehr zarten Niederschlag absetzte. Dieser ergab sich unter dem Mikroskope und bei chemischer Prüfung als Schwefel. Eine recht grofse Menge von kondensiertem Schwefel fand sich auch in den Porzellanmundstücken der Inhaliereinrichtungen.

Woher er stammt, ist für unsere Betrachtungen weniger wichtig, als der Umstand, dafs ein Teil von ihm auf den verdampfenden Schwefel zurückzuführen ist, der sich in der Schwefelquelle in Lösung

---

[4]) Bloch, Eugène: Sur l'émanation du phosphore. Comptes rendus, Paris, t. 135, 1902, S. 1324—1326.

[5]) Moissan, Henri: Sur la présence de l'argon dans les gaz de la source Bordeu à Luchon, et sur la présence du soufre libre dans l'eau sulfureuse de la grotte et dans les vapeurs de humage. Comptes rendus, t. 135, 1902, S. 1278 bis 1283.

vorfindet. Hier findet also eine Verdampfung tief unter dem Siedepunkte, der für Schwefel 445° beträgt[6]), statt.

Bringt man in eine Röhre ein Stück Schwefel und etwas Wasser, schliefst sie und hält das untere Ende mehrere Tage lang konstant auf 60°, so bemerkt man, wie sich im oberen, trockenen Teile der Röhre kleine, weifse Kristalle von Schwefel ansetzen. — Bunsen hat bereits 1853 erwähnt, dafs beim Destillieren von Wasser, welches Schwefelblumen enthält, immer kleine Mengen von Schwefel durch die Dämpfe mitgeführt werden. Sobald diese Dämpfe an die Luft treten, kühlen sie sich ab und verlieren dabei ihre Fähigkeit, die Schwefelgase weiter zu transportieren.

An dieser Stelle mufs erwähnt werden, dafs reines Wasser bei gewöhnlicher Temperatur nicht nur in kleinen Mengen die Eigenschaften von Wasserdampf besitzt, sondern bis zu einem gewissen Grade sogar immer in Knallgas gespalten sein mufs. Freilich lassen sich die geringen Mengen von Wasserstoff und Sauerstoff bei gewöhnlicher Temperatur nicht nachweisen.

Wie sehr das Vorhandensein von Wasser auf den Gang der chemischen Reaktion fördernd einwirkt, zeigt ein Versuch von Moritz Traube: Während der im Palladium gelöste Wasserstoff sich mit trockenem Sauerstoff nicht vereinigt, verläuft die Oxydation stürmisch, sobald Wasserdampf zugegen ist. — Auch ein vollkommen trockenes Gemisch von Kohlenoxydgas mit Sauerstoff gibt keine chemische Bindung unter Explosionserscheinung, weder durch eine rotglühende Platinspirale, noch mit Hilfe von Induktionsfunken. Eine Kohlenoxydflamme erlischt in trockener Luft sogar[7]), und trockenes Chlor wirkt auf Kalziumhydrat nicht ein.[8])

Dieser Einflufs des Wassers läfst sich nicht in jedem Falle in demselben Sinne deuten. Seine Fähigkeit, in flüssiger Form verwickelter aufgebaute Molekeln in einfache und Molekeln in Atome zu zerspalten, dürfte auch dem Wasserdampfe in gewisser Hinsicht zuzuschreiben sein. In ihm sind auch bei gewöhnlicher Temperatur Spuren von freiem Wasserstoffe und freiem Sauerstoffe vorhanden. Diese werden bei der Spaltung der Wassermoleküle zuerst als Atome

---

[6]) Rothe, Rudolf: Bestimmung des Schwefelsiedepunktes. Zeitschr. f. Instrumentenkunde. Jahrg. 23, Heft 12, 1903, S. 364—369.

[7]) Bodländer, G.: Überlangsame Verbrennung. Sammlung chem. und chem.-techn. Vorträge, herausgegeben von B. Ahrens, Stuttgart, 1899, Bd. 3 S. 385—488.

[8]) Küspert, Franz: Neues vom Chlorkalk. Natur und Schule. Bd. 3, Heft 3, 1904, S. 144—146.

frei, und sind als solche zur Reaktion befähigter als in den Molekeln. — Zur Verbrennung des Kohlenoxydes bei sehr hohen Temperaturen ist die Gegenwart von Wasser freilich nicht erforderlich, da dann die Molekeln des Sauerstoffes auch mit merklicher Geschwindigkeit gespalten werden.

Man kennt eine weit ausgedehnte Wärmeskala, die mit der Temperatur des festen Wasserstoffes beginnt und bis zu der des elektrischen Ofens emporsteigt. Interessant ist der Umstand, dafs man solche Hitzegrade, wie man sie bisher nur mit Hilfe des Lichtbogens erreichte, jetzt auf rein chemischem Wege erhalten kann. Nach dem Berichte von Zenghelis[9]) bringt man nämlich pulverförmiges Aluminium in einen hocherhitzten Tiegel, in den man gleichzeitig einen Strom von Sauerstoff leitet. Dabei wird eine so hohe Temperatur erzeugt, dafs man unter anderem Platin, Kalk und Magnesia sofort schmelzen nnd verdampfen kann. Gleichzeitig wurde bei diesen hohen Hitzegraden ein grofser Teil des Sauerstoffes der Luft in Ozon verwandelt.

Hier nimmt bei steigender Temperatur nicht nur die Geschwindigkeit der Bewegung unter den Molekülen, sondern auch die der einzelnen Atome innerhalb der Moleküle zu. Diese letzteren erfahren schliefslich dadurch sogar vorübergehende Spaltungen, so dafs Atome und Atomgruppen frei werden. Wie Versuche von Victor Meyer zeigen, spalten sich auch die Molekeln des Joddampfes bei höherer Temperatur in seine Atome. Falls ähnliches bei den Molekeln von Sauerstoff und Wasserstoff, wenn auch nur in geringem Grade, stattfindet, so erklärt sich leicht für beide Gase das schnelle Anwachsen der Reaktionsgeschwindigkeit mit der Temperatur. Die freien Atome des Sauerstoffs werden sich z. B. mit brennbaren Stoffen, auf die sie stofsen, viel leichter vereinigen, als die Moleküle selbst. In entsprechender Weise wird die Reaktionsgeschwindigkeit bereits erheblich gesteigert werden, wenn nur eine Lockerung zwischen den Atomen der Moleküle stattgefunden hat.[10])

Seit der Darstellung von Kohlenstoffdioxyd in flüssiger Form, der sogenannten flüssigen Kohlensäure, durch die Industrie ist es andererseits verhältnismäfsig leicht, mittels dieser Säure in fester Form Kälte-

---

[9]) Zenghelis, C.: Chemische Reaktionen bei extrem hohen Temperaturen. Elektrochem. Zeitschr., 1903, S. 109; nach Beibl. z. den Annalen d. Phys. Poggendorf-Wiedemann, Bd. 28 No. 4, 1904, S. 236.

[10]) Bodländer a. a. O., S. 391.

mischungen von recht tiefer Temperatur zu erhalten[11]); so sinkt mit ihr z. B. Äthyläther auf —77°, Methylchlorür auf —82° und absoluter Alkohol auf —72° hinab. Erzeugt man über diese Flüssigkeiten einen luftleeren Raum, so gibt Methylchlorür sogar die Temperatur von —106°. Dabei mufs die Mischung von fester Kohlensäure und Flüssigkeit in ein Gefäfs gebracht werden, dafs von einem luftleeren Raum umgeben ist; in einem solchen Dewarschen Gefäfse wird die Wärmestrahlung möglichst herabgesetzt. Um die Verdunstung zu beschleunigen, läfst man einen raschen Luftstrom durch die Mischung streichen, doch mufs er vorher sorgfältig getrocknet werden. Leitete man Luft von +18° hindurch, so erhielt man mit Äthyl-Methylalkohol eine konstante Temperatur von —85°. Um noch tiefere Temperaturen zu erhalten, mufs man die hindurchgeführte Luft in einer gewundenen Metallröhre zuerst mittels einer Lösung von fester Kohlensäure in Azeton — diese Kältemischung erwies sich als äufserst praktisch — auf —80° abkühlen: dann drückt sie die Temperatur der zweiten Kältemischung bis auf —110° C hinab. Noch tiefere Kältegrade gewinnt man, wenn man flüssige Luft oder besser flüssigen Sauerstoff verwendet; es entsteht dann sogar eine Temperatur von —182,5°.

Mit Zunahme der Kälte werden die Körper natürlich immer dichter, die Kohäsion wird stark vergröfsert. Es ergibt sich die letztere Tatsache unter anderem auch aus der erhöhten Spannung, die erforderlich ist, um stark abgekühlte Metalldrähte zu zerreifsen. Bei diesem engeren Zusammentreten der kleinsten Teilchen ist natürlich die Lebhaftigkeit ihrer Bewegung stark gehemmt. Das zeigt sich recht deutlich aus der Verlangsamung beziehungsweise dem Aussetzen der chemischen Einwirkung bei niederen Temperaturen. Über deren Einflufs auf chemische Reaktionen sind vielfach Versuche angestellt worden. So unterbleibt die Umsetzung zwischen Natrium und Salzsäure, wenn sie bis auf — 70° resp. — 80° abgekühlt werden. Marmorstaub von — 89° und Schwefelsäure von — 70° lassen erst bei — 52° eine ganz geringe Reaktion vor sich gehen, und Chlor bleicht nicht mehr bei — 60°. Fluor, das zuerst im Jahre 1897 von Moissan und Dewar mittels flüssigen Sauerstoffes verflüssigt wurde, besitzt unterhalb seines Siedepunktes von — 187° nicht mehr die Fähigkeit, Jod zu verdrängen, und wirkt auf Phosphor, Eisen, Glas u. a. Körper nicht mehr ein. Dagegen reagiert es noch kräftig mit

[11]) Moissan, Henri: Sur une nouvelle méthode de manipulation des gaz liquefiés en tubes scellés. Comptes rendus, t. 133, 1901, S. 768—771.

Terpentinöl, welches auf — 200° abgekühlt wurde, unter Feuererscheinung und Abscheidung von Kohle.[12])

Pictet hatte bereits 1895 zu zeigen versucht, dafs Salzsäure auf Natrium bei grofser Kälte nicht mehr einwirkt, dagegen haben Dorn und Wöllmer später nachgewiesen, dafs die Einwirkung beider Körper aufeinander nicht vollständig aufgehoben, sondern vielmehr nur die Reaktionsgeschwindigkeit sehr verlangsamt wird. Dabei ist die Verzögerung um so gröfser, je tiefer die Temperatur ist.[13])

Durch tiefe Kältegrade wird auch die Wirkung des Lichtes in der Photographie stark beeinflufst. Bei der Temperatur der flüssigen Luft sinkt sie auf ungefähr ein Fünftel, bei der des flüssigen Wasserstoffs sogar auf ein Zehntel hinab.

Mit Hilfe des flüssigen Wasserstoffes ist es nunmehr auch gelungen, die gelbe Flüssigkeit des verdichteten Fluors sogar in den festen Zustand überzuführen. In ihm wird das Fluor weifs; ebenso tauschen auch andere Stoffe, z. B. Chlor, Brom, Schwefel, bei niederer Temperatur ihre gewöhnliche Färbung gegen eine weifsliche und weifse aus. Der Schmelzpunkt des Fluors beträgt im Vergleich mit dem des festen Sauerstoffs — 233° C. oder 40° absoluter Temperatur. Doch selbst bei dieser zeigt sich das Fluor noch reaktionslustig. Läfst man es erstarren und dann mit flüssigem Wasserstoffe in Berührung treten, so entsteht bald eine heftige Explosion unter Entbindung von so viel Wärme, dafs es selbst glühend wird und der Wasserstoff sich entzündet. Dabei wird das Glasgefäfs mit dem Wasserstoff und die mit Fluor eingeführte Röhre zu Pulver zerstäubt.

Nach diesen Ergebnissen ist es von Interesse zu untersuchen, ob tiefe Kältegrade auf lebende Organismen ohne Schädigung einzuwirken vermögen. Diese Betrachtungen sind notwendig, wenn man der Frage näher treten will, ob durch den kalten Weltenraum Lebenskeime von einem Weltenkörper zum anderen übertragen werden können. Wie Versuche zeigen, sind wenigstens für niedere Lebewesen tiefere Temperaturen weniger gefährlich als mäfsig hohe. Wurden Proben von Fleisch, Milch und anderen Stoffen in geschlossenen Glasgefäfsen eine Stunde lang auf — 182° und dann einige Tage auf Bluttemperatur erhalten, so zeigten sie sich beim Öffnen der Gefäfse in Fäulnis übergegangen. Die Erreger dieser Zersetzung hatten die gewaltige Kälte also überstanden. — Pictet

[12]) Haselbach, H.: Tiefe Temperaturen. Natur und Schule, Bd. 2 Heft 1, 1902, S. 35—43.

[13]) Ebeling, Max: Flüssige Luft. Ebenda. Bd. 3 Heft 1, 1903, S. 13—20.

experimentierte mit Diatomeen, die er längere Zeit auf einer Temperatur von — 200° C. hielt, ohne dafs sie dadurch geschädigt worden wären. Nach den Angaben von Macfadyen zeigten sich die verschiedensten Bakterien auch widerstandsfähig gegen eine Einwirkung von 200° und sogar 250° Kälte, die sechs Monate währte und mittels flüssiger Luft oder flüssigen Wasserstoffes hervorgebracht wurde. — Samen bewiesen eine ähnliche Zähigkeit, wenn sie mehr als 100 Stunden lang in flüssiger Luft gefroren gehalten wurden. Nach der Einwirkung der Wärme erholten sie sich bald von einer gewissen Trägheit des Protoplasmas, die sich eingestellt hatte; dann keimten sie ebensogut wie andere. — —.

Bereits Berzelius teilt mit, dafs Schwefel unterhalb seiner Entzündungstemperatur in Luft phosphoreszieren kann. Diese eigenartige Erscheinung tritt nach Joubert bei ungefähr 200° auf. Weitere Untersuchungen über diesen Gegenstand stellte dann Heumann an, von dem wir in Kürze folgendes erfahren.[14])

Wird Schwefel im Dunkeln auf einer Metall- oder Porzellanplatte erhitzt, so zeigt er plötzlich helle, phosphoreszierende Dämpfe; er verbrennt mit grofser, bläulich grauweifser Flamme. Bei stärkerem Erhitzen kommt dann noch die intensivere blaue Flamme des verbrennenden Schwefels hinzu. Die Beobachtung der Phosphoreszenz kann an einem in der Flamme erhitzten Glasstab gemacht werden, den man in gepulverten Schwefel taucht. Der letztere schmilzt und entflammt dann: aber jetzt mit jener weifslichen Flamme. Diese erlischt, wenn der Glasstab zu sehr erkaltet. Erhitzt man Schwefel im Innern eines metallenen Luftbades auf ungefähr 180°, so kann diese Verbrennung durch Regulieren der Flamme stundenlang im Gange gehalten werden. Die bei diesem Prozefs erzeugte Wärmemenge ist nur gering. Die weifse Flamme vermag Papier nicht zu bräunen, den Finger nicht zu verletzen und das Quecksilber im Thermometer nicht wesentlich in die Höhe zu treiben. Als Verbrennungsprodukt entsteht nur in sehr geringen Mengen schweflige Säure.

Henri Moissan[15]) hat sich dann ebenfalls für die Verbrennungserscheinungen des Schwefels interessiert und zuerst Genaueres über die Temperatur, bei der sie gewöhnlich einsetzt, in Erfahrung bringen

[14]) Heumann, K.: Verbrennung des Schwefels mit weifser Phosphoreszenzflamme. Ber. der deutsch. chem. Ges., 16. Jahrg., 1883, S. 139—144.

[15]) Moissan, Henri: Sur la température d'inflammation et sur la combustion lente du soufre dans l'oxygène et dans l'air. Comptes rendus, t. 137, 1903, S. 547—553.

wollen. Zuerst suchte er die Entzündungstemperatur von Schwefel in reinem Sauerstoff zu bestimmen. Wie Vorversuche ergaben, mufste der geschmolzene Schwefel durch eine Atmosphäre von trockenem Kohlendioxyd vor jeder Bildung von Schwefeldioxyd bewahrt und der Sauerstoff vorher in dem geschmolzenen Schwefel bis auf dessen Temperatur vorgewärmt werden. Deshalb wurde aus einer rechtwinkelig gebogenen Glasröhre bei einer Temperatur, die verhältnismäfsig wenig über seinem Schmelzpunkte lag, auf seine Oberfläche ein schneller Strom von Kohlendioxyd geleitet. Gleichzeitig wurde ein gerades Glasrohr eingeführt, dessen äufserstes Ende vollständig auf eine Länge von 5 bis 6 cm in den flüssigen Schwefel tauchte und in eine feine Spitze auslief.

Als dann das Gas in Blasen aufperlte, brachte man den geschmolzenen Schwefel auf ein Sandbad und erwärmte vorsichtig weiter. Unterhalb 282° entweicht jetzt nur Schwefeldioxyd, dann (bei 282°) tritt eine kleine Explosion ein, welche eine lebhaftere Reaktion ankündigt, und die Inkandeszenz beginnt unmittelbar darauf. Überschreitet man diese Temperatur, so geht die Vereinigung von Schwefel und Sauerstoff mit Flamme und unter Wärmeentbindung vor sich; dabei steigt die Temperatur des geschmolzenen Schwefels. Die Entzündungstemperatur von Schwefel in Sauerstoff bei einer Atmosphäre beträgt also + 282°.

Bei ähnlicher Anordnung wurde sie für Schwefel und atmosphärische Luft zu 363° gefunden. Sie steigt rasch, wenn die Luft Schwefeldioxyd enthält; bei 95 % trockener Luft und 5 % Dioxyd liegt sie z. B. nahe bei 445° und bei dem Mischungsverhältnis 90:10 sogar bei 465°. Wurde ein Strom von Sauerstoff über geschmolzenen Schwefel geleitet, so entwickelte dieser bereits bei 220°, also unterhalb der Entzündungstemperatur des Schwefels, in bemerkenswerter Menge, und zwar ausschliefslich, Schwefeldioxyd, das sich nach verschiedenen Methoden nachweisen liefs.

Diese eigenartige Erscheinung forderte zur Lösung der Frage auf: ob diese langsame Verbrennung auch bei niederen Temperaturen vor sich gehen kann. Zu diesem Zwecke wurden etwa 0,2 g Schwefel in eine einseitig geschlossene Glasröhre gebracht und erhitzt, um ihn flüssig zu machen. Dann machte man das Gefäfs luftleer, um die Gase, die es enthalten könnte, zu entfernen, liefs den Schwefel im luftleeren Raume festwerden und füllte die Röhre in der Kälte mit trockenem Sauerstoffe, schlofs sie und sorgte dann dafür, dafs die

Spitze sehr fein ausgezogen wurde. Jetzt befanden sich nur Sauerstoff und Schwefel in dem geschlossenen Gefäfse.

Ist die Röhre so zubereitet, und kühlt man später das äufserste dünne Ende auf — 186° ab, so sieht man in der Spitze sich eine sehr kleine Menge von Flüssigkeit verdichten. Diese bleibt klar, wenn das Rohr nur reinen Sauerstoff enthält. Es ist das flüssiger Sauerstoff, der sich wieder verflüchtigt, wenn die Temperatur um einige Grade steigt. Enthält das Gas einige Spuren von Schwefeldioxyd, so kondensiert sich im Innern der Spitze ein fester Körper, der sich in dem Tröpfchen des flüssigen Sauerstoffs nicht auflöst und erst beim Erwärmen gasförmig wird.

Eine Anzahl so beschickter und zugeschmolzener Röhren wurde verschiedenen Bedingungen ausgesetzt. Bei 150° entstand nach 12 Stunden ein leichter, fester, weifser Niederschlag, der mit der Dauer der Erwärmung deutlich anwuchs. Dasselbe spielte sich bei 100° ab und sogar schon bei 20°, wenn man einen Monat Geduld hatte. — Auf diese Weise liefs sich zeigen, dafs der Schwefel sowohl in kristallisierter wie in amorpher Ausbildung langsam im Sauerstoff verbrennt, sogar schon bei gewöhnlicher Temperatur.

Dieser Vorgang spielt sich auch in Luft ab, aber um vieles langsamer als in Sauerstoff. Nach 3 Monaten kann man auch unter diesen veränderten Bedingungen, wenn die Temperatur zwischen 16° und 26° schwankt, die Bildung von Schwefeldioxyd in Spuren nachweisen.

(Schlufs folgt.)





Island und seine Bewohner.

Von Dr. **Heinrich Pudor** in Berlin.

Island gehört in mehr als einer Hinsicht zu den merkwürdigsten Ländern der Erde. Nicht nur, dafs es in seinem Vatnajökull, der eine Fläche von 150 □ Meilen bedeckt, den gröfsten Gletscher und in seiner Hekla einen der gröfsten Vulkane Europas besitzt, sondern eben die enge Verbindung von Gletscher und Vulkan, von Feuer und Eis ist es, die nirgends sonst auf der Erde angetroffen wird. Nur in Island kann man mehr als hundert Meilen über Eisfelder und daneben mehr als hundert Meilen über Lavafelder wandern. Nur scheinbar erkaltet ist das gewaltige Gebirge, aus dem der Vatnajökull besteht; unter der Eisdecke schlummern die Vulkane, um dann und wann, wie zuletzt im Jahre 1860, den Panzer zu schmelzen, so dafs die Eisberge ins Tal stürzen und statt dessen Feuerströme in den Himmel steigen.

Die Geschichte Islands weist eine fast ununterbrochene Kette derartiger vulkanischer Ausbrüche auf, die das umliegende Land verwüsteten und die Bewohner dem Hungertode überlieferten. Die Täler wurden der Wiesen und Weiden beraubt, und statt deren wälzten sich Lavaströme ins Tal und füllten die Niederungen. Fast in allen Teilen Islands findet man heute die Täler und Hochebenen mit diesen erstarrten Lavaflüssen angefüllt, und man kann stundenlang reiten, ehe man aus diesen Lavafeldern herauskommt und wieder etwas Gras findet. Ich werde niemals jenen Tag vergessen, als ich von Haukagil nach Kalmanstunga ritt, 70 Meilen über ein Hochplateau, das Basalt und Lava, Lava und Basalt und nichts, nichts weiter sehen liefs. Der letztgenannte Ort, Kalmanstunga, besteht aus einem Farmhause, dem letzten im Norden Islands, bevor man den Hochpafs, der in den Süden führt, überschreitet. Wenn man nun wenigstens, nachdem man die 70 Meilen über Lavafelder und Basaltwüsten geritten ist, während man einen Ritt von 50 Meilen über den Hochpafs vor sich hat, wenn

man nun wenigstens ein ordentliches Unterkunftshaus oder ein reinliches Bauernhaus vorfände, in dem man sich behaglich ausstrecken und ausruhen könnte. Aber die genannte Farm, obwohl sie einen ziemlichen Reichtum an Vieh und Wiesen hat, ist nicht anders als ein schmutziges Loch zu bezeichnen. Um $^1/_2$ 11 Uhr abends kamen wir an. Mein Begleiter war eine Stunde vorher von dem ermüdeten und strauchelnden Pferde abgestürzt und hatte das letzte Stück zu Fufs zurückgelegt — es war ein Tappen im Dunkeln gewesen. Wir waren abgespannt und zugleich überreizt. Das Bauernhaus lag im Dunkeln. Als wir es endlich erreichten, dauerte es geraume Zeit, ehe wir die Bewohner geweckt hatten. Das Gastzimmer war total verschmutzt, eine fürchterliche Luft herrschte, obwohl in der Tür das Schlofs und im Fenster zwei Scheiben fehlten. Natürlich war dieses Zimmer nicht so hoch, dafs man aufrecht darin stehen konnte. Da nur eine Bettstelle vorhanden war, wurde das zweite Bett auf zwei aneinandergestellten Truhen aufgeschlagen. Zu geniefsen gab es nur Milch und Kaffee. Kein Wunder, dafs man unter solchen Verhältnissen krank wird. Der nächste Tag war Rasttag. Aber unter solchem Dache war das Rasten von zweifelhaftem Wert. Man setzte uns am nächsten Tage Hammelfleisch vor. Doch ich darf nicht mehr an dieses Hammelfleisch denken. In dem vorhergehenden Bauernhause hatten wir uns Brot backen lassen aus Sandhafer. Es war so schwammig wie eine aufgeweichte Pflaume. Mein Freund zog es vor, die Nacht im Heustalle zu schlafen. Nun lag ich allein da oben in der Erdhöhle — denn nichts anderes sind die isländischen Bauernhäuser — nahe an 3000 Fufs über dem Meere. Ich konnte nicht schlafen. Die Farm ist berüchtigt durch die Bergkrankheit. Auch die Frau des Farmers lag krank danieder. Es dauerte nicht lange, dafs auch ich krank wurde. Ich zog mich an und brachte den gröfsten Teil der Nacht im Freien zu. Am nächsten Tage mufsten wir den Hochpafs überschreiten. Das Wetter war schlecht. Wenn es nicht so kalt gewesen wäre, hätte man geglaubt, es würde regnen. Um 8 Uhr brach unsere kleine Kavalkade von 12 Pferden und zwei Führern auf. Zunächst mufsten wir ins Tal hinunter, das mit Lavaschlacken angefüllt war. Die Pferde kamen nur langsam vorwärts. Um das Tal lagen im Kranze die Gletscher des Långjökull, zum Teil von Wolken umhüllt. Dann kam ein Sandfeld, eine Flufsüberschreitung, und nun hiefs es, stundenlag bergan zu reiten über kahle, vegetationslose, mit Steingeröll bedeckte Höhen. Nach fünf Stunden erreichten wir den Hochpafs. Es fing zu schneien an. Der Wind drehte sich von Nordwest nach

Nordost, aus dem Wind wurde Sturm, und der Sturm wurde zum Schneesturm, und der Boden bedeckte sich mit Schnee. Etwa hundert Fufs unter uns lagen die sogenannten Kaldidalur mit gefrorenem Schnee angefüllt. Grausige Reste einst lebender Wesen sahen wir: Knochen und Kinnbacken von Pferden, die im Schneesturm umgekommen waren. Denn dieser Pafs ist berüchtigt, und wir selbst würden, wenn wir diesen Schneesturm im Gesicht, nicht im Rücken gehabt hätten, nicht hindurchgekommen sein. Auch der zweite Führer wurde krank und konnte oft vor Erschöpfung nicht weiter. Was mich selbst betrifft, so schien die Bergkrankheit, sobald wir die Höhe des Passes überschritten hatten und die Täler des südlichen Islands vor uns sahen, wie durch einen Zauber von mir genommen, und als wir am See Halt machten, konnte ich essen, als ob ich nie krank gewesen wäre. Der Himmel hatte sich aufgeklärt, nur dort, woher wir gekommen waren, lagen Schneewolken und Nebel zusammengeballt zu einem gewaltigen Gebirge — welcher Schneesturm mochte jetzt da oben rasen!

Alle bösen Erfahrungen hatte man in Island Gelegenheit zu machen. Am Nachmittag desselben Tages mufsten wir durch einen Sandsturm hindurch. Wir ritten im scharfen Trab, so schnell als möglich, aber es mögen wohl viele Meilen gewesen sein, ehe wir die Sandwüste hinter uns hatten.

Man kommt den Elementen nahe auf Island. Als wir am folgenden Tage von Thingvellir aufgebrochen waren, um den Geiser zu besuchen, bildete sich am Nachmittag über der Sonne eine Korona[1]), die Wolken aber zogen sich zu einzelnen Streifen zusammen, die von der Sonne als dem Zentrum strahlenförmig ausliefen. Das bedeutete Regen. Und als ich am Abend desselben Tages aus der kleinen Unterkunftshalle am Geiser hinaustrat und zum Himmel blickte, zeigte auch der Mond eine Korona. Der ganze Südhorizont war von dem gewaltigen, breiten ringförmigen Hof eingenommen, während der Mond selbst blutrot leuchtete, wie ich es noch nie gesehen hatte. Die Isländer nennen diese Erscheinung rosabaugur, d. h. Sturmring, denn die Erfahrung lehrt, dafs auf den Mondring Sturm folgt. Regen und Sturm — sie liefsen auch nicht lange auf sich warten. Der nächste Tag brachte den Sturm und die dann folgenden Regen in Strömen, so dafs wir bis auf die Haut durchnäfst wurden und das Wasser in die Stiefel und über den Sattel lief.

---

[1]) isländisch „solhringur".

Auch andere atmosphärische Erscheinungen kann man auf Island sehen. Die Zeit des Nordlichtes, das man auf Island besonders schön sieht, ist der Winter, besonders der Februar. Dann sieht man weifse Lichtgestalten über den Himmel zucken, als ob ein Gott in lichtem Mantel über den Himmel schreite, oder als ob Sonnen aus anderen Welten ihr Licht herübersenden. Ich beobachtete in Kalmanstunga einen wandernden Nebelbogen. Der Nebel wurde vom Sturm hin und her getrieben, und in ihm bildete sich ein Regenbogen, der mit ihm wanderte, dann und wann ein Gletscherfeld erhellend. Ganz ähnlich hatte ich die Nebelbogen auf dem Schiff beobachtet, als wir um die Südspitze Islands herumfuhren. Kurz vorher hatte man am Fufse der Gletscher eine zarte, milchige Nebelmasse gesehen, die da ruhig lagerte und gleichsam zu brüten schien. Allmählich wuchs sie und wurde gröfser, bis sie den Himmel berührte, als Nebel niederfiel und das Schiff umhüllte. Im Zenit stand die Sonne. Und nun bildete sich im Nebel ein Regenbogen, der dem Schiff folgte. Manchmal lag er als farbiger Streifen in der Form eines Kreises über dem Wasser, dann richtete er sich auf und umgab das Schiff mit einem Ring.

Kein Wunder, dafs die Bewohner eines solchen Landes an Gespenster glauben. Der Himmel läfst dort Gespenster sehen als Irrlichter, Feuerkugeln, fliegende Drachen und Schneelichter.

Auch eine Fatamorgana sah ich. Es war am Abend des Tages, an dem wir die Färöer besucht hatten. Der Himmel war klar, und wir hatten einen prachtvollen Sonnenuntergang. Als die Sonne ins Meer gesunken war, stiegen plötzlich Länder und Berge aus dem Meere auf, die, von dem Widerschein der Sonnenstrahlen beleuchtet, bald in goldigem, bald blutrotem Lichte erglühten. Da glaubte man eine Goldküste zu sehen, hinter welcher Gebirge aufragten. Das Schiff fuhr auf sie zu. Aber es waren nur Luftspiegelungen, und den ganzen folgenden Tag sahen wir nichts anderes als die Meeresoberfläche des Atlantischen Ozeans.

Nicht den wenigsten Reiz hat der Eindruck, den man in Island von dem Herdfeuer des Erdinnern gewinnt. Zu Stein erstarrt liegen die Lavaströme in den Tälern — als ob das Meer unter den Zuckungen eines grofsen Schmerzes plötzlich erstarrt wäre. Aber hier und da führen Gänge und Öffnungen in das kochende und glühende Erdinnere. Heifse Quellen brechen aus dem Boden, schweflige Dämpfe steigen hervor, und an einigen Stellen gibt es heifse Springquellen, die intermittierend fontänenartige Wassersäulen

bis 100 Fufs hoch in die Luft schleudern. Die berühmteste dieser intermittierenden Springquellen ist der grofse Geysir, zwei Tagereisen von Reykjavik entfernt. In den letzten Jahren sind indessen die Ausbrüche dieses Geysir unregelmäfsig geworden. Horribile dictu, man versucht jetzt, dem etwas träge gewordenen Burschen durch Seife Lust zum Spucken zu machen. Ich verzichtete darauf, und diejenigen meiner Schiffsgefährten, welche die Seife probierten, hatten ihn doch nicht spritzen sehen. Dagegen sah ich einen guten Ausbruch eines kleinen Geysir. Ich hatte mich an den Abhang nördlich des Geysirplateaus gelagert, als ich plötzlich eine Wassersäule aus einem der aus natürlichem Kieselsinter kunstvoll aufgebauten Becken steigen sah. In Pausen von 10 Sekunden folgte Stofs auf Stofs, etwa 20 Fufs hoch. Im Inneren des Beckens kochte es und brodelte es, der Geysir versuchte sich Luft zu schaffen. Allerorten in dieser Gegend kocht es und arbeitet es unter der Erde. Hier steigen heifse Schwefeldämpfe aus dem Boden, das Gras versengend, dort haben sich heifse Schlammquellen oder Lehmquellen, hier wieder Becken kochenden Wassers gebildet. Letzteres führt Mineralbestandteile mit sich, die in grellen Farben schlammartig sich absetzen, um allmählich zu Stein zu erstarren.

Die Hauptstadt Reykjavik selbst soll nach der einen Auslegung ihren Namen von heifsen Quellen erhalten haben. Wörtlich heifst die Stadt „Rauchbucht“. Nicht weit von der Stadt befinden sich nämlich heifse Schwefelquellen, die für die Bewohner das Angenehme haben, dafs sie dort waschen können und dabei die Seife sparen. Das Wasser ist so heifs, dafs die Frauen die Wäsche nicht mit den Händen, sondern mit Hilfe von Holzstäben ins Wasser tauchen müssen.

Dafs auf einem solchen aus Feuer und Eis zusammengebrauten und gebauten Eiland die Flora sowohl wie die Fauna nicht sonderlich reich sein kann, liegt auf der Hand. Haustiere gibt es freilich auf Island reichlich, vor allem Schafe, Pferde, Rindvieh, dann Hunde und Katzen, eine mäfsige Anzahl Hühner und Ziegen. Im übrigen kann in Island von einem Tierleben nur in beschränktem Mafse die Rede sein. Einzelne Gattungen, wie Schlangen, Schnecken, Eidechsen, Ratten, Mäuse, fehlen vollständig. Renntiere gibt es nur sehr wenig — ich habe keine zu Gesicht bekommen —, ebensowenig Füchse. Dagegen sah ich wilde Schwäne, Schneeammern, Falken, Wiesenpieper, grofse Scharen wilder Enten und Raben. Auffällig arm ist Island an niederen Tieren, wie Käfern, Ameisen und dergleichen. Ich habe

keinen Schmetterling auf Island gesehen; wohl aber wurden wir zu verschiedenen Malen von den Moskitos geplagt, die überall da, wo Seen in der Nähe sind, zu Hunderttausenden anzutreffen sind.

Auch die Flora Islands ist verhältnismäfsig arm. Nicht nur, dafs die meilenweiten Strecken der Gletscher und Eisfelder und Schreitgletscher naturgemäfs keinen Raum für Pflanzenwuchs lassen; auch die Täler und Hochebenen sind derart mit Lavaschlacken und Basalt angefüllt, dafs im günstigsten Falle nur Flechten und Moose, hier und da wohl auch etwas Gras, Kräuter und niedriges Weidengebüsch fortkommen können. Denn die Lava hat die Eigenschaft, dafs sie nur sehr langsam verwittert und Jahrhunderte fast ohne Spur an ihr vorübergehen. Infolgedessen kann sich der Humus nur in sehr beschränktem Mafse entwickeln. Auf der anderen Seite erfreut das Grün des Grases den Wanderer auf Island um so mehr, je mehr das Auge sich an den bleigrauen Steinhalden ermüdet hat. Und an wenigen Plätzen zeigen in der Tat die Wiesen eine Farbenbuntheit, wie man sie kaum anderswo findet.

Die für Island am meisten charakteristischen Pflanzen sind das Sumpfwollkraut und das Honigkraut (Silene acaulis). Ersteres findet sich allerorten in den Niederungen und Sümpfen, und wenn man nach stundenlanger Wanderung auf den eintönig grauen Steinhalden in ein Tal kommt und die schneeigen Blüten dieser Pflanzen im grünen Gras sieht, ist es, als ob in dunkler Nacht plötzlich der Himmel sich klärt und Tausende von Sternen der Milchstrafse sichtbar werden. Das Honigkraut wiederum ist allerorten in Island, besonders in den höher gelegenen Gegenden anzutreffen. Es duftet überaus stark und erfüllt oft weithin die Luft mit seinem süfsen und doch kräftigen Dufte. Wie einen Trost empfand ich es immer, wenn ich in den einsamen, unfruchtbaren Basaltfeldern plötzlich hier und da die violetten Blütenbüschel dieser reizenden Zwergpflanze sah. Sie ist für Island das, was das Veilchen für Deutschland ist, nur dafs letzteres weit häufiger anzutreffen ist. Im übrigen sind besonders im Süden Islands die Halden meilenweit mit silbergrauem Moose überzogen, das die Erde wie mit einem Leichentuche deckt und die Schmerzen und die Verzweiflung, die die öde Stein- und Lavawüste Islands ausspricht, der Hoffnung beraubt, gleich als wollte sie sagen: eure Schmerzen werden ewig jung bleiben und eure Wunden werden nie heilen . . .

Wenn man Island betritt und die ersten Wanderungen durch Reykjavik unternimmt, wird man sich über die besonderen Rasseneigentümlichkeiten der Isländer nicht sobald klar. Man sieht untersetzte neben

schlanken Gestalten, blaue neben dunklen Augen, feine zierliche Gestalten neben muskulösen, ovale neben runden Gesichtern. Erst wenn man durch die Insel gewandert ist und das Innere, nicht blofs die Küstenstädte kennen gelernt hat, kommt man zur Klarheit und erkennt, dafs sich die norwegischen, also die germanischen und urskandinavischen Volksbestandteile auf dem Lande erhalten haben, während die keltischen, also irischen und schottischen Volkselemente sich nach den Küstenplätzen gezogen haben. Und die letzteren wiederum sind vorzugsweise in der Hauptstadt Reykjavik anzutreffen, während in den kleineren Küstenplätzen das germanische Element schon eher hervortritt.

Die erste Besiedelung der Insel fand bekanntlich in der zweiten Hälfte des 9. Jahrhunderts statt und war etwa gegen 920 abgeschlossen. Die Ansiedler waren Norweger, und zwar der Mehrzahl nach norwegische Häuptlinge, die der Durst nach Freiheit aus dem Lande trieb, als in Norwegen Zustände eingetreten waren, die ihnen ihre Freiheit zu verkürzen drohten.

Als die Norweger nach Island kamen, fanden sie schon Reste einer früheren keltischen Ansiedlung vor. Zugleich aber brachten sie, da die meisten von Schottland, Irland, den Hebriden und anderen westländischen Inseln aus nach Island auswanderten, von dort ihr Gesinde mit, welches keltischer Abstammung, teils irisch, teils schottisch, war. Später scheinen sich nun die Kelten, denen das Handeltreiben näher lag als der Ackerbau, nach den Handelsplätzen der Küste gezogen zu haben, während sich die germanische Bevölkerung im Innern des Landes erhielt.

Auf der anderen Seite ist es natürlich, dafs sich mit der Zeit, einerseits durch hin und wieder stattfindende Vermischung, andererseits aber durch den jahrhundertelangen Aufenthalt auf der Insel die besonderen Eigentümlichkeiten der beiden Volkselemente etwas abschliffen und sich für Island charakteristische Volkseigentümlichkeiten herausbildeten, weniger allerdings physischer Art — dazu bedarf es noch einer längeren Zeit — als psychischer Art. Beispielsweise rechne ich dahin das etwas phlegmatisch, fast fatalistisch anmutende laissez allez des Irländers und den mangelnden Unternehmungsgeist, verursacht offenbar durch die fortwährenden Verheerungen seiner Ländereien durch die Elemente, im besonderen durch vulkanische Ausbrüche, denen gegenüber er sich ohnmächtig sah. Ein anderes Beispiel ist die Neigung zum Aberglauben, die Furcht vor Gespenstern, die in Island sehr verbreitet ist. Eine treffende Schilderung

derselben findet man in „Gestur Palssons Sigurdur formadur“ (eine Weihnachtsnacht in der Schutzhütte). . . Die Kindlichkeit und Herzlichkeit dagegen, die der Isländer zur Schau trägt, kommt wohl mehr auf Rechnung seiner weltabgeschiedenen, von der Kultur im herkömmlichen Sinne wenig berührten Lage; denn man findet diesen Zug beispielsweise bei dem einem ganz anderen Volksstamm angehörenden Grönländer in höherem Mafse, desgleichen beim Russen, während er beim Finnen wenig hervortritt.

Aus den angegebenen Gründen begegnet der Versuch einer Charakteristik des isländischen Volkes grofsen Schwierigkeiten. Der beste Kenner des isländischen Volkes, Poestion, ist selbst niemals in Island gewesen, er war daher bei der Charakteristik, die er gab, auf fremde Quellen angewiesen. Ich selbst habe mich bei weitem nicht lange genug in Island aufgehalten, als dafs ich den Versuch einer allgemeinen Charakteristik wagen dürfte. Dagegen ist kürzlich ein Buch, „Islands Kultur“, aus der Feder des isländischen Sprach- und Rechtsgelehrten Dr. Valtyr Gudmundsson erschienen, das zu dem Allerbesten gehört, was über Island geschrieben ist. Gudmundsson, der an der Universität in Kopenhagen isländisch lehrt, ist selbst geborener Isländer, steht also dem isländischen Volke sehr nahe, kennt es aber jedenfalls gründlich genug aus eigener Anschauung. Er nun entwirft eine Schilderung des isländischen Volkscharakters, der ich folgenden Passus entnehmen will: „Als ein gemeinsamer Charakterzug aller Isländer darf eine durchgehends stark entwickelte Intelligenz und ein lebhaftes Selbstbewufstsein hervorgehoben werden. Der Isländer hat keinen Respekt vor Autoritäten, sondern will stets sein eigener Herr und Meister sein, im Denken wie im Handeln. Er ist von Natur oppositionell und in der Politik ein Vollblutdemokrat, der das Recht der Individualität bis zum äufsersten verteidigt. In gleicher Weise ist sein Unabhängigkeitssinn und seine Freiheitsliebe ohne Grenzen. Er ist gegen Zentralisation gesinnt und empfindet jede Führung von oben als einen Druck. In der Religion ist er Rationalist. Er fordert vollständige Freiheit für jede Persönlichkeit. Dem Durchschnitt nach sind die Isländer recht lebhaft und mit nicht geringem Humor und einer Spottlust begabt.“

Diese Charakterzüge habe ich bei meinem Aufenthalt in Island bestätigt gefunden. Weniger vermag ich Gudmundsson zu folgen, wenn er die Isländer als Verstandsmenschen hinstellt, die über Gefühl und Stimmungen immer die Herrschaft behalten. Dagegen zeigte

sich auch mir die Feinfühligkeit des Isländers, die ebenso von Gudmundsson wie von Heusler hervorgehoben wird.

Standesunterschiede existieren für den Isländer kaum. Auch der Dienstbote verlangt, dafs man ihn als Mensch würdige. Zur Ausbildung dieses letztgenannten Charakterzuges mag die Art des täglichen Lebens in der „Badstofa" sehr beitragen. Das Wort „Badstofa" — Badestube — stammt aus sehr alter Zeit, als eben diesem Zwecke ein besonderer Raum diente, in welchem man Dampfbäder nahm, indem man Steine erhitzte und Wasser darauf gofs. Diese Badstofa ist nun heute die Schlaf-, Wohn-, und Efsstube des Bauern, seiner Familie und seiner Dienstboten. Die Längswände werden von grofsen, breiten Betten eingenommen, in denen je zwei zusammenschlafen — an der einen Seite die männlichen, an der andern die weiblichen Glieder. Die Mahlzeiten werden auf dem Rand des Bettes sitzend eingenommen. An den langen Winterabenden sitzen die Frauen an den Spinnrädern, während die Männer zimmern, schnitzen oder flechten. Dabei liest einer gewöhnlich eine Saga[2]) vor, denn in jedem isländischen Bauernhause ist eine kleine Bibliothek zu finden, jeder Isländer kennt den Sagenschatz des Volkes genau, wenigstens soweit der Sagenkreis der bestimmten Gegend, in der seine Farm steht, in Betracht kommt, und jeder Isländer kann lesen und schreiben. Dazu kommt die grofse Musikliebe der Isländer. Fast in jedem Bauernhause fand ich ein Harmonium, sehr häufig auch eine Ziehharmonika, manchmal auch eine Gitarre. Die Lieder, die gesungen werden, sind zum geringsten Teile isländisch, vielmehr Melodien, zum gröfsten Teil dänisch, auch schwedisch und deutsch. Zu den alten „Rimur" macht jeder seine Melodie für eine sich wiederholende Strophe von drei bis vier Zeilen. Die Rimur umfassen meist ziemlich wertlose Rittergeschichten und wirken recht monoton. Die Melodie ist eine Art gesungenes Rezitativ von wesentlich rhythmischem Gepräge. Ich hörte sie auch auf den Faeröer. Eine solche Melodie ist zuerst individuell. Wird sie von anderen nachgesungen, wird sie eine „Stimme". Und endlich kann sie zu einem „Volksgesang" werden. Einen Anklang und Nachklang davon findet man in Wagners Meistersingern.

In der letzten Zeit ist nun der Ackerbau sehr im Rückgange begriffen zugunsten der Schifferei. Das Meer von Island ist nämlich

[2]) Das Leben und Treiben in einer Badstofa schildert anziehend John Thoroddsen in seiner Novelle „Madur og Kona", Kopenhagen 1876.

aufserordentlich reich an Fischen, sowohl an verschiedenen Arten von Walfischen, wie an Heringen, Kabeljaus, Schellfischen, Heilbutten, Sprotten usw. Aber dieser Fischreichtum kommt zu geringerem Teile den Isländern selbst zugute, zum gröfsten Teile vielmehr den Engländern, Franzosen und Amerikanern, welche mit ihren Dampf-Trawlern die isländischen Gewässer besuchen. Im Jahre 1890 lebten 18% der isländischen Bevölkerung vom Fischfang, während um die Mitte des Jahrhunderts nur 7% dafür in Betracht kamen. In der Tat wird die ganze Energie dieses Volkes immer mehr für die Fischerei ausgegeben. Hierin liegt eine grofse Gefahr. Hierzu kommt die Auswanderung, die allerdings in den letzten Jahren nachgelassen hat, während noch im Jahre 1896 allein nach Amerika 900 Isländer auswanderten.[3]) So kommt es, dafs in einzelnen Teilen des Landes, in denen die besten Bedingungen für Landwirtschaft gegeben sind, die Ansiedler fehlen. Und auch da, wo die Bauern leben und arbeiten, geschieht für die Kultur des Landes eigentlich nichts. Man begnügt sich, das Gras zu mähen und ein paar Kartoffeln und Kohlrüben anzupflanzen. Gedüngt wird im günstigsten Falle nur das das Farmhaus zunächst umgebende Stück Land.

Und doch liegt Islands Zukunft in der Landwirtschaft. Dieser Ansicht ist auch der oben erwähnte Dr. Gudmundsson, und auch der Staat scheint sie zu teilen, da er in der Tat viel tut, um die Landwirtschaft zu heben. Immerhin ist denn auch nach einer gewissen Richtung hin ein Fortschritt zu verzeichnen, insofern nämlich Separatoren fast überall anzutreffen sind, eine Meiereischule, in Hvanneyri, und Meiereigenossenschaften errichtet sind (gegenwärtig zwölf), so dafs ein verhältnismäfsig nicht unbedeutender Export von Butter nach England stattfindet. In dieser Richtung heifst es weiter zu arbeiten. Die Schafzucht bringt weit weniger ein, solange wenigstens die Herstellung erstklassiger Butter aus Schafmilch nicht geglückt ist.[4])

Der Handel Islands ist bedeutend im Aufschwung begriffen, die Industrie dagegen im Rückgang, während bei dem kolossalen Wasserreichtum Islands — ein französischer Ingenieur veranschlagte kürzlich in der Zeitschrift „La Lumière electrique" die Wasserkraft Islands auf 1000 Millionen Pferdekraft — eine fabrikmäfsig betriebene Grofsindustrie sich sehr wohl entwickeln könnte.

---

[3]) Eine isländische Kolonie gibt es in Manitoba, wo gegen 20 000 Isländer leben, also der vierte Teil der in Island selbst ansässigen Bevölkerung.

[4]) Im Jahre 1896 zählte Island 841 966 Schafe und 23 713 Stück Rindvieh, so dafs auf den Bewohner 11 Schafe und 0,32 Stück Rindvieh kamen. An Pferden zählte Island 1899 43 235 Stück.

In mancherlei Reformfragen steht das kleine Island hinter grofsen Ländern des Kontinents nicht zurück. Im Sommer 1902 wurde im isländischen Althing ein Gesetzesvorschlag angenommen, der nunmehr nur noch der Sanktionierung des Königs bedarf, nach welchem die Frau, welche schon früher in allen kommunalen Angelegenheiten Wahlrecht hatte, für alle öffentlichen Ämter, das Althing ausgenommen, wählbar ist.

Einen grofsen Aufschwung hat ferner die Abstinenzbewegung in Island genommen. Die Herstellung spirituöser Getränke war in Island von jeher verboten. Nach einem neueren Gesetze ist der Ausschank von Spirituosen an Personen unter 16 Jahren verboten, ebenso an notorische Trinker und an Personen, die ihrer Sinneskraft nicht Herr sind. Der Konsum und Import von Spirituosen ist infolgedessen sehr stark zurückgegangen, zumal nach dem Gesetz vom 11. November 1890 jeder, der mit Spirituosen Handel treibt, jährlich 500 Kronen Steuer, aufserdem 500 Kronen pro fünf Jahre für das Ausschankrecht und 200 bis 300 Kronen jährlich an die Landeskasse zahlen mufs. Der Guttemplerorden zählt gegenwärtig 4000 Mitglieder in Island. Der Import von Branntwein ist von 8,94 Petter pro Einwohner im Jahre 1865 auf 5,05 Petter pro Einwohner im Jahre 1896 zurückgegangen. Ganz besonders entwickelt ist ferner in Island die kommunale Altersversicherung und der Armenschutz, letzterer vielleicht sogar im übertriebenen Mafse.

Nach alledem Vorhergehenden wird es nicht wundernehmen, zu hören, dafs von einer modernen Geisteskultur auf Island schon heute die Rede sein darf. Dies gilt in erster Linie von der Literatur. Es wurde schon erwähnt, dafs in jedem isländischen Farmhause eine Bibliothek zu finden ist. Was mehr bedeutet aber ist, dafs der Isländer nicht nur seine Bücher liest, sondern zum guten Teil sogar auswendig lernt, und zwar einerseits die alten Sagen, andererseits die moderne Lyrik, soweit sie in den Tagebüchern oder in Buchform vorliegt. Im Verhältnis zur Einwohnerzahl ist die literarische Produktion Islands und die Zeitschriftenliteratur einzig dastehend. Die in Reykjavik erscheinende, zwei- bis dreimal in der Woche auskommende Zeitung „Isafold" ist beispielsweise ein Blatt, auf das jede kontinentale Kulturnation stolz sein könnte, weniger seiner politischen als der literarischen Beiträge wegen. Auf die isländische Literatur selbst einzugehen, müssen wir uns leider aus Mangel an Raum versagen. Dagegen sei nachgetragen, dafs auch in New Jceland in Amerika (in Winnipeg) zwei isländische Dichter von Talent hervorgetreten sind,

der Lyriker Stephan G. Stephanson und der Novellist Gunnsteinn Eyjolfsson.

Das Kunsthandwerk, das einst hervorragend blüte, ist leider sehr zurückgegangen, und die Versuche, die bisher gemacht sind, es neu zu beleben, scheinen mir nicht den richtigen Weg einzuschlagen.

Zum Schlufs noch ein Wort über die Nationaltracht. Von einer männlichen Nationaltracht kann heute nicht mehr die Rede sein. Das einzige Kleidungsstück, das nicht mit der kontinentalen Mode übereinstimmt, ist der Schuh, der aus ungegerbtem Schaffell gearbeitet wird. Letzteres wird am Hacken und oberhalb der Zehen zusammengenäht und mit Hilfe von Bändern am Bein befestigt. Früher mufs wohl, aus alten Abbildungen zu schliefsen, die Tracht der Männer der auf den Faeröer heute noch üblichen ähnlich gewesen sein.

Desto malerischer und zugleich originell ist die Frauenkleidung. Im Laufe des 19. Jahrhunderts hat dieselbe wesentliche Veränderungen durchgemacht. Bis gegen die Mitte des 19. Jahrhunderts wurde in Island eine der schwedischen Nationaltracht ähnliche Kleidung getragen. Von da ab wurde den Vorschlägen des Malers Gudmundsson zufolge eine Reform durchgesetzt, deren wesentlicher Bestandteil der Haarputz, die „Hua", ist. Man steckt auf dem Scheitel des Kopfes die Haare unter einer Kappe blauen Tuches zusammen, die etwas nach links hinunterreicht, also einigermafsen den Kappen der englischen Infanteristen ähnlich ist, wenn man davon absieht, dafs es sich hier nur um Tuchstücke, nicht um Kappen, welche einen Hohlkörper umschliefsen, handelt. An der linken Seite nun hängt von dieser Kappe eine seidene Bommel (skufur) herab, die mit einer Gold- oder Silberröhre (holkur) mit der Kappe verbunden ist. Dieser Haarputz wird von jeder Isländerin, ob reich oder arm, getragen, und wer es nur irgend haben kann, trägt eine goldene „holkur". Letztere sind meistens sehr hübsch gearbeitet — mit Ziselierung und an den Enden filigranartig.

Wennschon die Tracht dieser Kappen etwas Keckes hat, so wird dieser Eindruck noch verstärkt durch die Mieder, welche inmitten der Brust offen sind, so dafs das weifse Hemd sichtbar wird. Um den Hals wird heute gewöhnlich eine grofse Schleife getragen, auf die eine silberne Nadel gesteckt wird; manchmal hängt auch noch eine goldene oder silberne Kette vom Hals herab. Hierzu kommt ein reicher Gürtel mit Gold- oder Silberschmuck. Am Feiertag wird auch noch auf dem Kopfe ein goldenes Diadem und eine Art Helm (skautafaldur) getragen,

darüber ein grofser, weifser Schleier. Das sind alle Bestandteile der Tracht aus alter Zeit, die sich bis heute erhalten haben. Über dem kurzen Rock wird eine seidene Schürze getragen. Die Füfse stecken in einfachen Schuhen von Schaffell, die in der Mitte spitz zulaufen. Die Isländerinnen schienen mir auf diese ihre Nationaltracht einigermafsen stolz zu sein, denn wenn schon diese Tracht an und für sich etwas Keckes, also bewufst Freies, aber im guten Sinne, hat, so war auch die Art, wie sie sie trugen, als sie durch die Strafsen wanderten, um die Schultern ein Plaid geschlagen, geradezu kokett.

Dagegen mag wiederholt betont werden, dafs die Sittlichkeit der isländischen Bevölkerung nach den Eindrücken, die ich gewann, tadelfrei ist, während auf der anderen Seite die grofse Anzahl unehelicher Geburten (angeblich ein Fünftel) auffallend ist.





Photographien von Sonnenflecken.

Die beiden Abbildungen Fig. 1 und 2 geben in Originalgröfse ein und dieselbe Fleckengruppe der Sonne wieder, wie sie Herr Henze auf der Privatsternwarte des Herrn Victor Nielsen in Charlottenlund bei Kopenhagen erhalten hat. Die links befindliche ist am 3. Februar

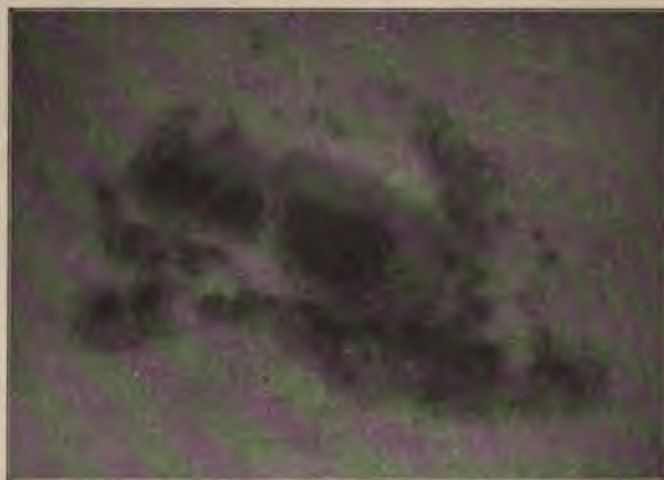


Fig. 1. Sonnenfleck vom 3. Februar 1905, 2^h 45^m.
Aufgenommen von A. Henze, Mizar-Sternwarte in Charlottenlund.

1905 2^h 45^m, die rechts befindlich am 7. Februar 11^h 10^m, aufgenommen. Die Veränderungen der Fleckengruppe in der kurzen Zeit sind aufserordentlich interessant und sprechen für sich selbst. Ein Steinheilscher Heliograph von 8,1 cm Objektivöffnung und 95 cm Brennweite, bei dem das Sonnenbild im Brennpunkt nur 9 mm grofs war, wurde benutzt um das Bild auf einem Schirm aufzufangen, und es gelang so, Originalaufnahmen von 66 cm Durchmesser zu erhalten.

An Stelle der gewöhnlichen Verschlüsse wurde ein Spaltverschlufs von 1 mm Öffnung mit rascher Vorüberführung durch einen Schlitten angewandt. Auf anderen, hier noch nicht reproduzierten Aufnahmen fand



Fig. 2. **Sonnenfleck vom 7. Februar 1905, $11^h\,10^m$.**
Aufgenommen von A. Henze, Mizar-Sternwarte in Charlottenlund.

Herr Nielsen schon in der kurzen Zeit von 10 m merkbare Veränderungen in den Sonnenfackeln; er hofft diese später bringen zu können.



Pietro Tacchini †.

Am 24. März dieses Jahres starb in Spilamberto, Provinz Modena, der bekannte italienische Astronom Pietro Tacchini im Alter von 67 Jahren. Einer Gedächtnisrede, welche Professor Michele Rajna in einer Sitzung der Akademie der Wissenschaften in Bologna zu Ehren des Verstorbenen hielt, entnehmen wir folgende biographische Notizen.

Tacchini wurde am 21. März 1838 zu Modena geboren. Nachdem er sich anfänglich auf der dortigen Universität den Ingenieurwissenschaften gewidmet hatte, ging er zum Studium der Astronomie über, das er auf der Sternwarte in Padua unter Leitung Santinis und Tretteneros trieb. Vier Jahre lang, vom Herbst 1859—63, war er Astronom und stellvertretender Direktor der Sternwarte von Modena, ein Posten, den er verliefs, um als Astronom-Adjunkt nach Palermo

zu gehen. Hier führte er jene spektroskopischen Beobachtungen der Sonne ein, welche der Sternwarte von Palermo einen Ruf verschafften und ihn in Gemeinschaft mit Secchi veranlafsten, im Jahre 1871 die „Italienische Gesellschaft für Spektroskopie" zu gründen.

Als nach Secchis Tode jene Gründe pflichtschuldiger Achtung erloschen waren, welche die italienische Regierung veranlafst hatten, das Observatorium des Collegio Romano im Besitz der Gesellschaft Jesu zu lassen, wurde Tacchini im Jahre 1879 von Palermo nach Rom als Direktor des nunmehr wieder unter der Regierung stehenden Observatoriums berufen. Gleichzeitig wurde er zum Leiter des meteorologischen Zentralinstituts ernannt.

Im Jahre 1874 nahm Tacchini an der italienischen Expedition teil, welche zur Beobachtung des Venusdurchgangs nach Muddapur in Bengalen entsandt wurde, und seit 1870 beschäftigte er sich eingehend mit der Beobachtung aller wichtigen Sonnenfinsternisse, mit jener vom Dezember 1870 in Terranova auf Sizilien, vom April 1875 in Kamorta auf den Nikobaren, vom Mai 1882 in Ägypten, vom Mai 1883 auf den Karolinen in der Südsee, vom August 1886 in Grenada auf den Antillen, vom August 1887 in Surwiscaja in Rufsland und schliefslich mit der vom Mai 1900 in Ménerville in Algerien.

Auf diesen zahlreichen, zum Teil recht beschwerlichen Expeditionen gelangte Tacchini zu bedeutsamen Beobachtungsergebnissen auf dem Gebiete der Sonnenphysik, unter denen die Entdeckung der weifsen Protuberanzen aufser den bereits bekannten roten das wichtigste war.

Als Direktor der meteorologischen Zentralanstalt regte Tacchini in Italien auch die Organisation der geodynamischen Studien an, und auf seine Initiative konstituierte sich 1895 die „Italienische Gesellschaft für Seismologie."

Mit Eifer betrieb Tacchini die Errichtung eines meteorologischen Observatoriums auf dem Monte Cimone, und speziell ihm verdankt man die Schaffung des Ätna-Observatoriums (1880) und des Observatoriums von Catania (1885). Von der Regierung erhielt er auch die Mittel, um das letztere an dem grofsen internationalen Unternehmen der photographischen Himmelsaufnahme nebst den betreffenden Katalogisierungen teilnehmen zu lassen.

Diese zwei Observatorien boten aufserordentlich günstige Bedingungen für das Studium der physischen Astronomie[1]) und so wurde

[1]) Auf dem Ätna-Observatorium sind in den letzten Jahren keine astronomischen Beobachtungen mehr angestellt worden, weil die Höhenlage den

auch auf Anregung Tacchinis im Jahre 1890 an der Universität von Catania ein Lehrstuhl für Astrophysik eingerichtet, der einzige in Italien. Dieser Lehrsitz und die Leitung der beiden Observatorien wurden Professor Riccò übertragen, welcher seit langen Jahren sich mit Studien der Sonne befafste, besonders seit er Tacchini auf der Sternwarte in Palermo unterstützt hatte.

Natürlich betreffen die meisten Arbeiten Tacchinis die Physik der Sonne, die Meteorologie und die Geodynamik. Sie sind fast alle veröffentlicht in den „Memorie degli Spettroscopisti italiani", die er 30 Jahre lang leitete, in den „Memorie dell'Osservatorio del Collegio Romano", in den „Rendiconti dell'Accademia dei Lincei" und im „Bollettino della Società seismologica italiana".

Man wird Tacchini nicht als einen hervorragenden Gelehrten und Wissenschaftler bezeichnen können: in Wahrheit war er ein aufsergewöhnlich tätiger und energischer Astronom, welcher in Italien Einrichtungen von dauerndem Wert geschaffen hat. Seine Schöpfungen sichern ihm eine ehrenvolle Stelle in der Geschichte der Astronomie, eine hervorragende in der Geschichte der solaren Physik. Kaum war dieses Untersuchungsgebiet eröffnet und in Angriff genommen, als der junge Tacchini sich mit einer Energie darauf warf, welcher die Erfolge entsprachen, mit denen sie belohnt wurde. Von 1871—1900 beobachtete er mit aufsergewöhnlichem Eifer die Sonnenflecken, Fackeln und Protuberanzen und veröffentlichte über diese Erscheinungen zahlreiche statistische Tafeln nebst trefflichen Zeichnungen.

Tacchini verdankt man auch die Schaffung einer magnetischen Karte Italiens, die auf Grund absoluter Messungen des Erdmagnetismus entworfen und in den Berichten des ersten geographischen Kongresses von Italien (abgehalten zu Genua 1892) veröffentlicht wurde. Wenn zur Zeit in Italien noch kein eigentliches Institut für erdmagnetische Messungen existiert, so ist dies nicht Schuld Tacchinis. Die Bedeutung eines solchen erkennend, hat er im Jahre 1887 die Gründung erwogen und der Regierung Vorschläge gemacht, die leider keine günstige Aufnahme fanden.

Tacchini beschäftigte sich auch mit dem Sternschnuppenproblem; und im Jahre 1895 bestätigte er auf Grund eigener Beobachtungen und solcher seines Assistenten Domenico Peyra die wichtige Ent-

dauernden Aufenthalt eines Beobachters nicht zuläfst. Zur Zeit werden nur noch die meteorologischen und seismographischen Instrumente abgelesen.

Anm. der Redaktion.

deckung Schiaparellis, dafs die Rotationsperiode und die Umlaufszeit der Venus um die Sonne einander gleich sind.

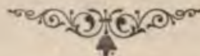
Mitglied vieler Akademien und wissenschaftlicher Gesellschaften, erhielt er von der Royal Society in London 1888 die Rumford-Medaille als Anerkennung für seine Arbeiten auf dem Gebiete der Sonnenphysik und aus gleichem Grunde im Jahre 1892 den Janssen-Preis von der Académie des Sciences in Paris.

Nach vierzigjährigem arbeitsreichem Dienste legte er 1899 den Direktorposten der meteorologischen Zentralanstalt nieder und zu Anfang des Jahres 1902 die Leitung des Observatoriums des Collegio Romano. Leider sollte er die Ruhe, die er in seiner Heimat suchte, nur kurze Zeit geniefsen. Am 24. März erlag er einem mit Störungen in der Leber verbundenen Lungenleiden.

Schw.



Die diesjährige 77. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte findet in den Tagen vom 24. bis 30. September in Meran statt. Im ganzen werden sich 30 verschiedene Abteilungen an den Sitzungen beteiligen, und dürfte namentlich die Gruppe Mineralogie, Geologie und Paläontologie durch die geplanten Exkursionen im Tyroler Bergland viel Abwechselung und Anregung bieten. Interessenten, welche die Zusendung des Anfang Juli erscheinenden ausführlichen Programms wünschen, werden ersucht, dies der Geschäftsführung (Herrn Komm.-Vorsteher Dr. med. Seb. Huber, Meran oder Herrn Professor Dr. Emil Heinricher, Innsbruck) mitzuteilen.





Fisher, Irving: Kurze Einleitung in die Differential- und Integralrechnung (Infinitesimalrechnung). Übersetzt von N. Pinkus. Verlag von B. G. Teubner, Leipzig. 1904.

Der Verfasser ist Professor der Nationalökonomie an der Jale-Universität zu New Haven, U. S. A. Das kleine Büchlein von nur 72 Seiten ist aus dem Bedürfnis hervorgegangen, den Statistikern und Nationalökonomen, die meistens nur einseitige juristische Vorbildung haben, einen Leitfaden in die Hand zu geben, der es ihnen ermöglicht, die für ihr Fach notwendigen Kenntnisse der höheren Mathematik, insbesondere die für das Verständnis der Wahrscheinlichkeitsrechnung und der Methode der kleinsten Quadrate erforderlichen Grundbegriffe der Infinitesimalrechnung sich leicht anzueignen. Obwohl beinahe hunderte solcher Anleitungen vorhanden sind, und unsere deutschen sowie die französischen Lehrbücher nach dieser Richtung hin ganz Vortreffliches leisten, dürfte auch die vorliegende Einleitung ihren Leserkreis finden, denn der Nichtmathematiker greift natürlich lieber nach einem dünnen als dickleibigen Buch, wenn er sich die spröden Grundformeln des Infinitesimalkalküls aneignen mufs. Schw.

Gelcich, Eugen: Die astronomische Bestimmung der geographischen Koordinaten. VII. Teil des Werkes: Die Erdkunde, eine Darstellung ihrer Wissensgebiete, ihrer Hilfswissenschaften und des methodischen Unterrichts. Herausgegeben von Maximilian Klar. Verlag von Franz Deuticke, Leipzig und Wien. 1904.

Der Verfasser, der als Zentralinspektor für den kommerziellen Unterricht und als Inspektor der nautischen Schulen Österreichs über eine bedeutende Lehrpraxis verfügt, will in dem vorliegenden Band dieser Sammlung von Monographien über die allgemeine Erdkunde den angehenden Geographen mit den vorzüglichsten Methoden der geographischen Ortsbestimmung bekannt machen. Er geht dabei von der Annahme aus, dafs die einen gleichen Zweck verfolgenden Lehrbücher von Jordan, Wislicenus, Caspari und Güfsfeldt zum Teil nur eine Formelsammlung bringen, zum Teil zu weit in Einzelheiten eindringen oder auch mit dem ganzen Rüstzeug der höheren Mathematik arbeiten, also mit Mitteln, die dem geographischen Forschungsreisenden, der selten Astronom oder Mathematiker von Fach ist, in der Regel nicht zur Verfügung stehen. Weise Beschränkung in den mathematischen Vorkenntnissen, Vermeidung aller Differentialausdrücke sowie solcher Entwickelungen, die den höheren Kalkül notwendig machen, ist daher das Hauptprinzip, welches der Verfasser bei seinen Darlegungen befolgt.

Nach der Besprechung der astronomischen Zeitmafse und der Aufstellung der Beziehungen im Fundamentaldreieck für Ortsbestimmungen behandelt Verfasser das Universalinstrument, soweit dasselbe für die Messung von Zenit-

distanzen in Betracht kommt — auf Azimutmessungen wird nicht näher eingegangen —, sodann die zu Höhenbestimmungen dienenden Reflektionsinstrumente, den Spiegelsextanten und Prismenkreis, woran er einige Bemerkungen über die neueren Versuche anschliefst, die Winkelmessung durch photographische Methoden zu ersetzen.

Im Kapitel „Zeitmessung" wird die Bestimmung des Uhrstandes durch Durchgangsbeobachtungen im Meridian und im Anschlufs daran das Passageninstrument nebst dessen Fehlertheorie ziemlich eingehend behandelt. Auf die Methode der Durchgangsbeobachtungen im Vertikal des Polarsterns geht Verfasser nicht näher ein, weil zu mathematisch, dagegen verweilt er länger bei der Methode der Zeitbestimmung durch Messung von Zenitdistanzen in der Nähe des ersten Vertikals und durch korrespondierende Sonnenhöhen.

Im Kapitel „Breitenbestimmung" wird aufser der Methode der Polhöhenbestimmung durch Zirkummeridian-Zenitdistanzen derjenigen nach Horrebow-Talcott ein ziemlich breiter Raum eingeräumt, dagegen auf die Breitenbestimmung durch Durchgangsbeobachtungen im ersten Vertikal nur kurz hingewiesen.

Im Kapitel „Längenbestimmung" wird auf die Methode der telegraphischen Übertragung der Ortszeiten, die für den Forschungsreisenden kaum in Betracht kommt, ebenfalls nur kurz hingedeutet, dagegen beschäftigt sich der Verfasser eingehender mit der Methode der Zeitübertragungen, der Längenbestimmung aus Monddistanzen, Mondhöhen und Mondkulminationen sowie aus Sternbedeckungen, wobei die mathematische Beschränkung natürlich nur eine Darlegung der Prinzipien zuläfst. Am Schlufs des Buches werden die graphischen Konstruktionen zur Ermittelung der geographischen Schiffsposition besprochen, besonders das Verfahren nach den sogenannten Standlinien, welches nach Ansicht des Verfassers alle früheren nautischen Ortsbestimmungen verdrängen wird, sobald die neueren Generationen der Seeleute die Kommandobrücke der Ozeandampfer bestiegen haben.

Das Buch ist einfach und klar geschrieben, es bringt überall numerische Beispiele, die die Methoden für den Anfänger lebendig und fruchtbar machen, und sorgt durch zahlreiche Figuren für die Anschauung. Auf letzteren Umstand glauben wir besonders hinweisen zu müssen, denn noch immer gibt es Autoren mathematischer und astronomischer Werke, die die Beigabe jeglicher erläuternden Zeichnung verschmähen. Warum aber soll man es dem Studierenden überlassen, sich mühsam in die behandelten Raumgebilde hineinzudenken, während doch ein paar Striche dem Anschauungsvermögen zu Hilfe kommen können! Schw.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.



Fig. 2. **Ice Spring Craters.**

Crescent Miter Terrace Crater.



Fig. 3. **Terrassen am Schluchtentale des Bärenflusses.**

(Nach Gilbert.)


THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY



Der Grofse Salzsee in den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika.

Von Professor Dr. **Wahnschaffe**, Geheimer Bergrat, in Berlin.

Zu den grofsen Naturwundern der Vereinigten Staaten von Nord-Amerika gehören der Niagarafall, der Yellowstone Nationalpark, der Grofse Cañon des Colorado, das Yosemitetal und der Grofse Salzsee in Utah, von denen letzterer den Gegenstand unserer Betrachtung bilden soll.

Mir war es vergönnt, im Jahre 1891 bei Gelegenheit des internationalen Geologenkongresses in Washington auf einer geologischen Exkursion durch die Vereinigten Staaten den Grofsen Salzsee und seine Umgebung unter Führung des Staatsgeologen Mr. Grove Karl Gilbert kennen zu lernen. Die drei Tage, die ich dort zusammen mit 90 Fachgenossen verlebte, werden mir stets unvergefslich bleiben.

Die erste Kunde von dem Gebiete des Grofsen Salzsees brachten Pelzjäger, die in das Innere des Felsengebirges eindrangen. Als erster hat ihn James Bridger, der die Mündung des Bärenflusses suchte, am 16. Dezember 1824 entdeckt. Er gehörte zu den Trappern, die von Ashley und Henry nach dem Cache Valley geführt wurden, und unternahm im darauffolgenden Jahre infolge einer Wette mit vier Mann eine Segelfahrt in Fellbooten den Bärenflufs hinab bis zum Grofsen Salzsee, den er seines salzigen Wassers wegen anfangs für eine Bucht des Stillen Ozeans hielt. Sodann ist Peter S. Ogden zu nennen, nach dem die Mormonenstadt Ogden benannt worden ist, und der 1825 am Humboldtflusse jagte, ferner der schon erwähnte

William H. Ashley, der 1825 im Auftrage der Felsengebirgs-Pelzhandelsgesellschaft ein Fort am Utahsee anlegte. Jedediah Smith besuchte 1826 den Sevier- und Virgin-Flufs, aber genauere Kunde vom Grofsen Salzsee und seiner Umgebung brachte erst die Forschungsreise des Hauptmanns der vereinsstaatlichen Armee Bonneville, die von 1832—1836 ausgeführt wurde.

Im Jahre 1847 führte Brigham Young die Mormonen nach dem Grofsen Salzsee, und im Jahre 1849—1850 wurde eine besondere Expedition unter Führung von Howard Stansbury[1]) ausgerüstet, der wir eingehende Kenntnis über das Becken des Grofsen Salzsees verdanken.

In geologischer Hinsicht wurde das Gebiet von dem Staatsgeologen Gilbert[2]) genau durchforscht, der 1890 ein ausgezeichnetes Werk darüber veröffentlichte.

Im westlichen Teile der Vereinigten Staaten von Nord-Amerika liegt zwischen den Hochgebirgen der Sierra Nevada im Westen und dem Felsengebirge im Osten ein abflufsloses, mit trockenem Klima versehenes Gebiet, das nach Frémont als „Great Basin", Grofses Becken, bezeichnet wird. Es trägt im allgemeinen den Charakter der Wüste, ist dürr, unfruchtbar und fast menschenleer. Der salzhaltige Boden gewährt nur salzliebenden Wüstenpflanzen die Existenz, Stauden und Halbsträuchern, die sich mit ihren grauwolligen Blättern gegen die Austrocknung zu schützen wissen. Am häufigsten ist dort der sogenannte Sage-brush, Artemisia tridendata vertreten, der gelbliche, stark aromatisch duftende Blüten besitzt und mit dem einförmigen Grau seiner Blätter weite Flächen überzieht. Im ganzen setzt sich die Flora der nordamerikanischen Wüste aus etwa 300 Pflanzen zusammen. Der nordamerikanische Büffel (Bos americanus), der früher hier in Herden lebte, ist fast ausgerottet worden und wird nur noch in einer Umzäunung in der Nähe des Grofsen Salzsees künstlich erhalten.

Die Sierra Nevada erhebt sich im Mount Whitney zu 4410, im Mount Lyell zu 4028 m, während das Felsengebirge in der Wahsatch-Kette Erhebungen von 3430—3960, im Uintagebirge bis zu 4172 m aufweist. Das dazwischen gelegene Grofse Becken, das den ganzen Staat Nevada, die Westhälfte von Utah und kleinere Teile von Idaho, Oregon und Californien umfafst, hat eine Höhenlage von 1200—1500 m, während die in demselben vorkommenden, meist nord-südlich ge-

[1]) Exploration and Survey of the Valley of the Great Salt Lake of Utah. Philadelphia 1852.

[2]) Lake Bonneville, Monographs U. S. Geol. Survey No. 1. Washington 1890.

richteten Gebirgszüge aus archäischen und paläozoischen Gesteinen gewöhnlich 2000 m nur wenig überschreiten und nur selten Höhen über 3000 m erreichen. Das Grofse Becken hat die Gestalt eines nach Süden zugespitzten Dreiecks, dessen gröfste Breite 750 km, dessen Länge 1000 km beträgt. In dem Grofsen Becken findet sich eine Reihe abflufsloser Seen, deren gröfster der Grofse Salzsee im Staate Utah ist, der etwa den fünften Teil der Provinz Sachsen einnehmen würde.



Fig. 1. **Der Krater des Pavant Butte mit Abrasionsterrasse des Bonneville-Sees.**

Da wir uns mit dem Grofsen Salzsee und seiner unmittelbaren Umgebung näher beschäftigen wollen, ist es erforderlich, dafs wir zuerst die geologische Entstehungsgeschichte dieses Sees kennen lernen.

Das Grofse Becken stellt ein eingebrochenes und ungleichmäfsig eingesenktes Faltenland dar, aus dem die schon erwähnten nord-südlich streichenden „Basin-Ranges“, die Becken-Ketten, emportauchen. Begrenzt wird es durch Randspalten, die sich am Westfufse des Wahsatch und am Ostfufse der Sierra Nevada hinziehen und diese Faltengebirge abschneiden. Die Sierra Nevada besteht aus Gneis und mesozoischen Schiefern und zeigt eine nach West überschobene Faltung. An ihrem westlichen Fufse liegt die mittlere Kreide flach auf.

Die ganze Umgebung des Grofsen Salzsees ist durch das Auftreten jungvulkanischer Gesteine ausgezeichnet. Neben vereinzeltem Vorkommen von Rhyolith, dessen Eruption der Zeit der Seebildung vorausging, bestehen dieselben der Hauptsache nach aus Basaltdecken und Basalttuffen. An verschiedenen Punkten sind noch deutliche Krater erhalten geblieben, aus denen Laven und Aschen hervorgegangen sind. Die Tätigkeit der Vulkane ist geknüpft an das Auftreten nord-südlicher Spaltenzüge und hat sich von der Tertiärzeit bis in die Diluvialzeit hinein fortgesetzt. Sehr schön ist die Form des vulkanischen Aufschüttungskegels am Pavant Butte (Figur 1) ausgebildet, der aus einem hellen Lapilli-Tuff besteht und die Ebene um ungefähr 270 m überragt. Der Kraterrand ist nur auf der Nordseite

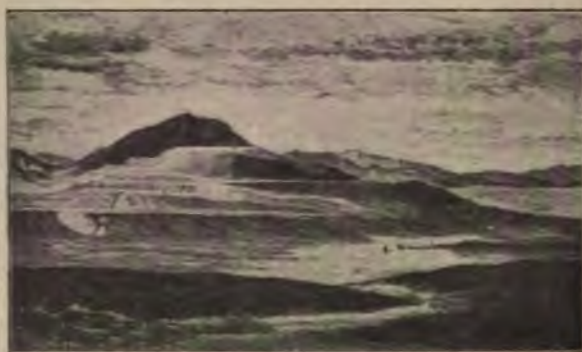


Fig. 4. **Terrassen des Bonneville-Sees am Reservoir Butte.** (Nach Gilbert.)

erhalten geblieben, dagegen auf der Südseite durch die Brandung des Bonneville-Sees abgetragen, deren Wirkung sich in der Ausbildung einer sehr deutlichen Terrasse zu erkennen gibt. Durch verschiedene Umstände ist es erwiesen, dafs dieser Vulkan noch zur Bildungszeit des Bonneville-Sees tätig gewesen ist.

Die „Ice Spring Craters“ (Fig. 2, Titelblatt) bestehen aus einer Anzahl sehr junger, ineinander geschachtelter, aus Schlacken aufgebauter Vulkankegel, deren ursprüngliche Form durch die Erosion wenig zerstört worden ist. Einer der gröfsten ist der Crescent, der sich 80 m hoch über seiner östlichen Basis erhebt und dessen halbkreisförmiger Kraterrand, mit einem kleinen Krater davor, in der Abbildung zur Linken sichtbar ist. Der mittlere Vulkan, der Miter, der ungefähr dieselbe Höhe hat, ist der jüngste unter den Vulkankegeln. Rechts von ihm liegt der Terrace-Crater. Im Manchtal sieht man vielfach Basaltdecken

aufgeschlossen, welche sich horizontal auf dem Plateau ausbreiten und sehr schöne säulenförmige Absonderung zeigen.

In der Diluvialzeit, die durch das Auftreten von Kälteperioden und Vergletscherungen mit dazwischenliegenden wärmeren Interglazialzeiten gekennzeichnet ist, breiteten sich an den tiefer eingesunkenen Stellen des Grofsen Beckens, entsprechend dem feuchteren, niederschlagsreicheren Klima, ausgedehnte Seebecken aus, deren gröfste die Namen Bonneville-See und Lahontan-See[3]) erhalten



Fig. 5. **Bonneville-Terrasse mit Zwischenterrassen bei Wellsville, den Gegensatz zwischen Strandbildungen und subaërischer Verwitterung zeigend.** (Nach Gilbert.)

haben. Der erstere lag am Westfufse des Wahsatchgebirges in der Umgebung des Grofsen Salzsees, der andere gerade gegenüber an dem Ostabhange der Sierra Nevada. Aufserdem war noch eine ganze Zahl von Seebecken vorhanden, die heute entweder ganz eingetrocknet oder bedeutend eingeschrumpft sind.

Man erkennt den früheren, höheren Wasserstand der Seebecken an dem Auftreten sehr deutlicher Terrassen (siehe Fig. 3, Titelblatt, 4 und 5), die in gleicher Höhenlage an den Bergabhängen zu verfolgen sind und das alte Ufer des Sees darstellen.

---

[3]) C. Russel, Geological History of Lake Lahontan (Monographs U. S. Geol. Survey, No. 11, Washington 1885).

Terrassen können sich nur dann bilden, wenn die Wasserzufuhr eines Seebeckens, die Verdunstung und der Abflufs sich längere Zeit hindurch die Wage halten, so dafs der Wasserstand des Sees eine längere Zeit hindurch annähernd auf gleicher Höhe bleibt. Sie entstehen aus dem Schuttmaterial der Gehänge, welches sich unter dem Wasserspiegel unter einem Böschungswinkel von 20—30° am Gehänge bis zur Wasseroberfläche anhäuft und durch die Brandung eingeebnet wird, oder aus dem Material, das die in den See eintretenden Flüsse als Delta in den See hineinschütten. Bei stärkerer Brandung kann auch in den festen Fels durch die abreibende Wirkung der Gerölle eine Terrasse eingeschnitten werden, die man als Abrasionsterrasse bezeichnen kann.



Fig. 6. **Profil durch die See- und Flufsablagerungen bei Lemington in Utah.** (Nach Gilbert.)

1. Paläozoischer Sandstein in steiler Schichtenstellung.
2. Gelber Ton.
3. Flufskies (keilförmig zwischen 2 und 4 eingeschoben).
4. Weifser Mergel.
5. Junger Flufskies.
6. Brandungsterrasse (Abrasionsterrasse) des ehemaligen Bonneville-Sees mit rezentem Schuttkegel am Gehänge.

In der Umgebung des Grofsen Salzsees lassen sich nun immer in ganz bestimmter Höhenlage an den Abhängen vor allen Dingen zwei sehr deutliche Terrassen unterscheiden, die die Namen Bonneville- und Provo-Terrasse erhalten haben. Die erstere zeigt den höchsten Stand des Sees an und liegt 330 m über dem heutigen Seespiegel, während die Provo-Terrasse eine Höhenlage von 200 m besitzt. Zwischen der Bonneville- und Provo-Terrasse liegen noch vier bis fünf andere Terrassen und beweisen, dafs mehrfache, durch den Wechsel des Klimas bedingte Schwankungen des Seespiegels stattgefunden haben, und dafs der Seespiegel längere Zeit auf gleicher Höhe stand, sodafs Terrassen gebildet werden konnten. Unterhalb der Provolinie werden die Terrassen undeutlich.

Eine Untersuchung der Ablagerungen des alten Seebodens zeigt, dafs zwei verschiedene Ablagerungen zu unterscheiden sind (siehe Figur 6). Zu unterst liegt ein gelber Ton, der von einem weniger mächtigen weifsen Mergel überlagert wird. Zwischen beiden Ablagerungen sind an verschiedenen Stellen Flufsabsätze, Flufsschotter,



Fig. 7. **Der Bonneville-See.** (Nach Gilbert.)

eingeschaltet, während die Oberfläche des Tons an diesen Stellen mehrfach erodiert worden ist. Es mufs also das Seebecken zwischen der Ablagerung des gelben Tons und des weifsen Mergels zu einem beträchtlichen Teile eingetrocknet gewesen sein, sodafs rinnendes Wasser eines Flusses seine Absätze ausbreiten und sich eine Rinne in das darunter liegende tonige Sediment einschneiden konnte. Dann trat wieder eine niederschlagsreichere Periode ein, das Seebecken füllte sich wieder und lagerte auf seinem Grunde den weifsen Mergel ab.

Die erste Anschwellung des Seebeckens reichte nicht so hoch wie die zweite, denn das Becken hatte zu jener Zeit keinen Abflufs nach Norden. Auf dem Grunde lagerte sich der gelbe Ton ab, der die Schalen von Süfswassermollusken enthält, ein Beweis, dafs der See damals süfses Wasser besafs. Dann erfolgte die Austrocknung des Sees, die durch die Ablagerung der schon erwähnten Flufssedimente bewiesen wird.

Die zweite nun folgende Anschwellung war die höchste. Der See bedeckte eine Fläche von etwa 51 000 qkm, der Wasserspiegel erhob sich 330 m über den heutigen Seespiegel, wodurch die höchste Terrasse, die Bonneville-Terrasse gebildet wurde (siehe Figur 7). Damals besafs der See einen Abflufs nach Norden durch die Rinne des Redrock-Passes zum Manchflusse, einem Nebenflusse des Snakeriver. Dieser aber führt seine Wasser dem zum Stillen Ozean fliefsenden Columbiaflusse zu. Die Bonneville-Terrasse läfst sich in das Tal des Redrock-Passes hinein verfolgen. Dieses Tal wurde durch die abfliefsenden Wasser allmählich und in verschiedenen Etappen 130 m tief eingegraben, bis eine feste Kalksteinschicht die weitere Vertiefung hinderte. Der Bonneville-See wurde so nach und nach bis zur Provo-Terrasse abgezapft und hatte dann eine längere konstante Dauer. Er wurde nun abflufslos, und da bei Eintritt des trocknen Klimas die Verdunstung die Wasserzufuhr mehr und mehr überwog, so dampfte der See allmählich bis zu seinem jetzigen Umfange ein.

Der zweiten Anschwellungsperiode des Sees gehört der Absatz des weifsen Mergels an, und da derselbe ebenfalls Süfswassermuscheln und -schnecken enthält, so war der Bonneville- und Provo-See ein Süfswasserbecken. Von der Provozeit an wurde er jedoch abflufslos.

Wenn ein Binnensee keinen Abflufs, sondern nur Zuflufs hat und dieser Zuflufs gröfser ist als die an der Oberfläche stattfindende Verdunstung, so wird sich der Binnensee mehr und mehr füllen, bis schliefslich an der niedrigsten Stelle der Umrandung das Wasser einen Abflufs erhält. Dies ist der Zeitpunkt, bei dem der Seespiegel eine länger dauernde konstante Höhenlage erhält und sich demzufolge eine Terrasse bilden kann. Mit der Vertiefung der Abflufsrinne sinkt allmählich der Spiegel des Sees, wenn nicht eine Erhöhung der Wasserzufuhr stattfindet. Bei dem allmählichen Sinken des Seespiegels können sich keine Terrassen bilden. Da sich nun zwischen die Bonneville- und Provo-Terrasse mehrere Terrassen einschieben, so müssen wir annehmen, dafs durch klimatische Schwankungen Änderungen in

der Wasserzufuhr und der Verdunstung erfolgten. Wenn nun dabei der Fall eintritt, dafs sich Verdunstung und Wasserzufuhr längere Zeit hindurch die Wage halten, so sind die Umstände zur Bildung einer neuen Terrasse vorhanden.

Da nun seit Bildung der Provo-Terrasse der See abflufslos wurde und mit der allmählichen Ausbildung eines trocknen Steppenklimas die Verdunstung die Wasserzufuhr überstieg, so konzentrierten

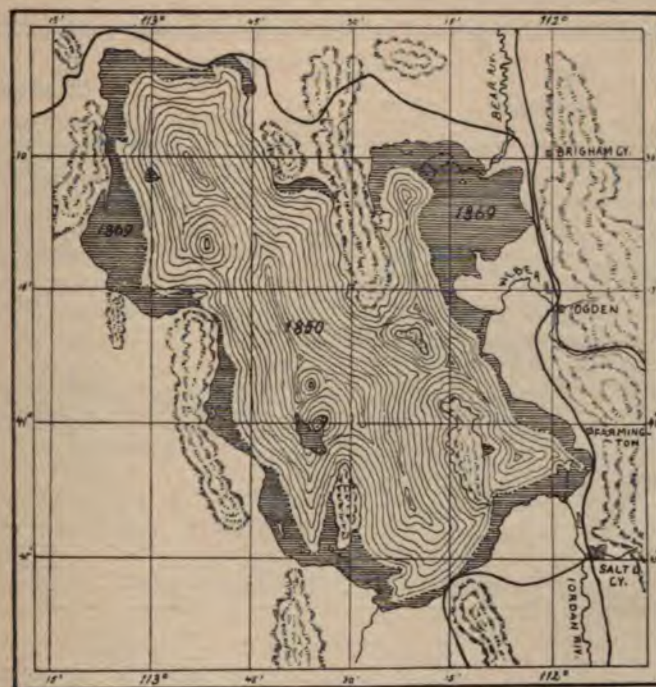


Fig. 8. **Ausdehnung des Grofsen Salzsees in den Jahren 1850 und 1869.** (Nach Gilbert.)

sich die in dem Wasser enthaltenen Salze mehr und mehr. Durch die in den See einmündenden Flüsse, den Bären-, Weber- und Jordanflufs, wurden die aus der Verwitterung der Gesteine herrührenden löslichen Salze beständig, wenn auch in geringer Menge dem Seewasser zugeführt, und da sie bei der Verdunstung des Wassers zurückblieben, mufsten sie mehr und mehr in dem Becken sich anreichern.

Der Salzgehalt des Grofsen Salzsees ist nicht konstant, sondern schwankt mit dem verschiedenen Wasserstande. Man hat beobachtet, dafs niederschlagsreiche und niederschlagsarme Jahre miteinander wechseln und dafs die Schwankungen des Seespiegels über 3 m betragen können.

Nach der Karte von Stansbury bedeckte der See im Jahre 1850 ein Areal von 4533 qkm, während nach der Karte von King die Fläche des Sees im Jahre 1869 5620 qkm einnahm, (siehe Figur 8). Mitte September 1891 bei meinem Besuch des Grofsen Salzsees hatte das Wasser ein spezifisches Gewicht von 1,15, was einem Salzgehalt von 20 $^0/_0$ entspricht. Die durch den Wechsel des Wasserstandes bedingten Schwankungen des Salzgehaltes im Grofsen Salzsee läfst am besten die nachstehende Tabelle erkennen:

No. der Probe	Zeit der Entnahme	Spezifisches Gewicht	Salzgehalt in 100 Teilen	Chemiker
1.	1850	1.170	22.28	Gale
2.	1869, Sommer	1.111	14.90	Allen
3.	1873, August	1.102	13.22	Bassett
4.	1885, Dezember	1.123	16.72	Talmage
5.	1889, August	1.157	19.54	Talmage
6.	1892, August	1.156	20.51	Waller
7.	1892, September	1 168	21.47	Talmage
8.	1894, Dezember	1.154	21.16	Talmage
9.	1895, Mai	1.158	21 39	Talmage
10.	1900, Juni	1.158	20.90	Mc. Coy u. Hadley
11.	1900, Juli	1.171	22.89	Sheley
12.	1900, August	1.180	23.36	Sheley
13.	1900, Oktober	1.186	24.03	Sheley
14.	1901, September	1.198	25 22	Seckels

Zusammensetzung des Salzgehaltes:

	1. 1850.	2. 1869.	3. 1873.	4. 1885.	5. 1889.
Chlornatrium	20.20	11.85	8.85	13.59	15.74
Chlormagnesium	0.25	1.49	1.19	1.13	2 00
Chlorkalium	—	—	1.89	—	—
Natriumsulfat	1.83	0.93	1.09	1.42	1.05
Kaliumsulfat	—	0.53	—	0.43	0.47
Calciumsulfat	—	0.09	0.20	0 15	0.28
Summa	22.28	14.90	13.22	16.72	19.54

Während der Kälte zur Winterzeit schlägt sich an den Ufern des Sees Natriumsulfat nieder, das sich aber bei der Wärme des Sommers wieder auflöst.

Auf dem Boden des Grofsen Salzsees scheidet sich Steinsalz aus; dadurch entsteht eine Anreicherung von Chlormagnesium und Alkalisulfat. Die Fischereikommission der Vereinigten Staaten hat durch Moore eine

Untersuchung des Grofsen Salzsees ausführen lassen, um festzustellen, ob der See mit nutzbaren Seetieren besetzt werden könne. Es finden sich nämlich in den weniger salzigen Teilen des Sees kleine Krebstiere, Insektenlarven und niedere Pflanzen, aber nirgends höhere Tiere. Nach der Berechnung werden dem See durch die in ihn einmündenden Flüfse und durch salzige Quellen, die sich in der Nachbarschaft finden, jährlich 16 000 Tonnen Salz zugeführt (320 000 Ztr). Dadurch, dafs man am Ufer des Sees grofse flache Bassins ausgräbt, das Seewasser hineinpumpt und durch die Sonnenwärme verdampfen läfst, gewinnt man jährlich aus dem See 42 000 Tonnen (840 000 Ztr) Salz.



Fig. 9. **Der „Saltair-Pavillon" am Grofsen Salzsee.**

Da nun der See bei einem spezifischen Gewicht von 1,168 400 Millionen Tonnen (8000 Millionen Ztr) Salz enthält, so würde durch die jährliche Entnahme erst in 14 000 Jahren der Salzgehalt und das spezifische Gewicht des Meerwassers (3,5 % = 1,028 spez. Gew.) erreicht werden, und es wäre erst dann möglich, Austern und Seefische in den See einzusetzen.

Die mittlere Tiefe des Grofsen Salzsees beträgt 4 m, seine Maximaltiefe 12 m. An seinem Südufer, das man von Salt Lake City aus mit einer Eisenbahn erreicht, sind elegante Badeanstalten (s. Fig. 9) angelegt. Bei dem hohen spezifischen Gewicht des Wassers ist es

unmöglich, darin unterzusinken; man schwimmt wie ein Kork auf dem Wasser. Um sich von der Salzlauge zu befreien, befindet sich in jeder Badezelle eine Süfswasserdouche.

Während der Eiszeit war das Felsengebirge mit Schnee bedeckt, und mächtige Gletscher erfüllten die von den Höhen des Wahsatch sich hinabziehenden Täler. Der Eisfufs dieser Gletscher tauchte damals in den Bonneville-See ein, und die Endmoränen wurden terrassiert und zum Teil von Deltabildungen überschüttet. Dafs hier noch in junger Zeit Spaltenbildungen und Verwerfungen eintreten



Fig. 10 **Jugendliche Verwerfung längs einer Spalte in der Mündung des Little Cottonwood Cañon am Fufse des Wahsatchgebirges.**

zeigt eine Moräne am Ausgange des Little Cottonwood Cañon, die in nord-südlicher Richtung von einer Spalte durchsetzt ist, so dafs der dem See zugewandte Teil um 15 m abgesunken ist (s. Fig. 10).

Was nun die Besiedelung und Kultivierung des Gebietes am Grofsen Salzsee betrifft, so beschränkt sich dieselbe auf den 4—20 km breiten und 220 km langen Streifen zwischen dem Wahsatchgebirge und dem Grofsen Salzsee und Utahsee. Als zwei Franziskaner-Mönche im Jahre 1776 von Santa Fé aus zum Grofsen Salzsee kamen, fanden sie ein Gebiet von sehr mildem, angenehmen Höhenklima, das von vollständig unzivilisierten, aber friedlichen Indianern, den Yutas, spärlich bewohnt war und keine Kultur besafs. Die Kultivierung dieses Landstriches ist das grofse Verdienst der Mormonen.

Die **Sekte der Mormonen** oder, wie sie sich selbst zu nennen pflegen, der Mitglieder der Kirche Jesu Christi der Heiligen des jüngsten Tages, wurde im Jahre 1830 von Joe Smith in Fayetta im Staate New York gegründet. Smith behauptete, ein Engel habe ihm das Buch Mormon, die heilige Schrift der Mormonen, verschafft. Dieselbe sei auf Goldplatten mit arabischen Schriftzeichen aufgezeichnet gewesen. Um nun das Arabische ins Englische übertragen zu können, habe ihm der Engel eine aus Edelsteinen gefertigte Brille übergeben, die ihn dazu befähigte, die Geheimschrift zu entziffern. Der Inhalt des Buches ist zurückzuführen auf einen im Jahre 1812 von einem Presbyterianer verfafsten biblischen Roman, den Smith durch seine angeblichen Offenbarungen bereicherte. Es wird darin erzählt, dafs in alter Zeit ein Jude nach Amerika auswanderte, als dessen Nachkommen die Rothäute anzusehen wären. Nach dessen Tode sei Christus dort erschienen und habe sie zum Christentum bekehrt, doch seien sie später dem Laster und Unglauben verfallen. Nun sei Mormon erschienen und habe das heilige Buch verfafst, es aber später vergraben, bis es Joe Smith durch die Hilfe eines Engels glückte, dieses Buch wieder aufzufinden. Es ist dann später samt der Edelsteinbrille wieder verschwunden. Die in dem Buche niedergelegten Glaubenssätze der Mormonen lehnen sich an das Christentum, das Judentum, den Buddhismus und hinsichtlich der Polygamie auch an den Islam an. Erst im Jahre 1843 hat Smith auf Befehl einer angeblichen Offenbarung als einen religiösen Glaubenssatz die Vielweiberei bei den Mormonen eingeführt, um durch möglichste Ausbreitung der Sekte die Herrschaft über die ganze Welt zu erlangen.

Die Lehren Smiths erregten grofses Aufsehen, und seine Anhänger mehrten sich von Jahr zu Jahr. Durch ihre Unduldsamkeit machten sie sich jedoch bei ihren Mitbewohnern verhafst, so dafs sie von ihnen vertrieben wurden und immer weiter nach Westen wandern mufsten. Im Jahre 1843 wurde Smith in Nauvoo am Mississippi ins Gefängnis gesetzt und von einer wütenden Volksmenge gelyncht und verjagt. Er entwich nach Karthago in Illinois und wurde dort im Jahre 1844 getötet. Sein Nachfolger, der zweite Präsident der Mormonen, **Brigham Young**, ein Glasergeselle, führte die Mormonen im Jahre 1847 zum Grofsen Salzsee und entfaltete hier eine grofsartige, kolonisierende Tätigkeit. Das Gebiet wurde als das neue gelobte Land bezeichnet, und die von Brigham Young gegründete Stadt, das heutige Salt Lake City, wurde Zion oder Neu-Jerusalem genannt. Der Grofse Salzsee stellte das Tote Meer dar, der südlich davon gelegene süfse

Utah-See den See Tiberias, der durch den Jordanflufs nach dem Grofsen Salzsee entwässert.

Mit 143 Ansiedlern hatte Brigham Young am 24. Juli 1847 den Grofsen Salzsee erreicht, und schon nach drei Jahren war die Bevölkerung durch starken Zuzug auf 11 380 angewachsen.

Mit grofser Energie und rastlosem Fleifs wurde zunächst die Urbarmachung des vollständig wüsten Landstriches zwischen dem Wahsatchgebirge und dem Grofsen Salzsee bewirkt. Diese Ebene, die den früheren alten Seeboden bildet, besafs einen salzhaltigen, völlig unfruchtbaren Boden. Das Klima ist bei der südlichen Lage unter dem 42° nördlicher Breite und der Höhenlage (1282 m über dem Meere) ein mildes, gemäfsigtes. Die Winter sind nicht zu kalt und die Sommer nicht zu drückend heifs. Die höchste Durchschnittstemperatur innerhalb 14 Jahren betrug 35,5° C. Starke Stürme sind hier unbekannt. Da die feuchten, vom Pazifischen Ozean kommenden Westwinde einen grofsen Teil ihres Wassergehaltes in der Sierra Nevada abgeben, ist die Luft im Salzseegebiete verhältnismäfsig trocken. Es fällt hier nur selten Tau, ebenso sind Regen und Nebel im Sommer grofse Seltenheiten, so dafs von 365 Tagen im Jahre 315 klar und schön sind. Die jährliche Regenmenge in Salt Lake City beträgt 400 mm. Im Sommer und Herbst treten wochenlange Trockenperioden ein.

Aus diesem Grunde war die Kultur des Bodens nur durch künstliche Bewässerung möglich, und zwar mufste zunächst der Salzgehalt des Bodens durch Berieselung entfernt werden. Durch die Mormonen ist nun ein sehr zweckmäfsiges Bewässerungssystem angelegt worden, indem sie die vom Wahsatchgebirge herabkommenden Flüsse, den Bären-, Weber- und Jordanflufs, abfingen und das Wasser in Kanälen verteilten. Bei einer Schlucht wird der Bärenflufs durch ein künstliches Wasserwerk und durch Tunnel abgeleitet und sein Wasser von dort über weite Strecken hin verteilt. Im Staate Utah sind gegenwärtig 600 000 Acres (242 000 Hektar) durch künstliche Bewässerung kultiviert und in Farmen eingeteilt, die im Durchschnitt 30 Acres (12,1 Hektar) umfassen. Die ersten Anlagekosten für Landerwerb und Bewässerungsanlage betragen durchschnittlich 27 Dollars für einen Acre, während die jährliche Produktion 18 Dollars ausmacht. Neben dem Flufswasser sind noch zahlreiche ergiebige Wasserquellen durch Bohrungen erschlossen worden, die für die Bewässerung nutzbar gemacht werden. Durch die künstliche Bewässerung hat der Boden eine grofse Fruchtbarkeit erlangt. Er besitzt noch einen so grofsen Reichtum an Pflanzennährstoffen, dafs es bisher nicht erforderlich gewesen ist,

ihm künstliche Düngemittel zuzuführen. Es gedeihen dort vortrefflich Weizen, Hafer, Gerste, Luzerne, Zuckerrüben, Kartoffeln und alle Gartenfrüchte und Gemüse. Nach statistischen Ermittelungen des Jahres 1890 war die Produktion für nachstehende Kulturgewächse folgende:

Weizen . .	22 Bushels	pro	Acre	=	1 479,3 kg pro Hektar
Hafer . . .	34 „	„	„	=	1 219,4 „ „ „
Gerste . . .	52 „	„	„	=	2 795,1 „ „ „
Luzerne . .	6—8 Tons	„	„	=	15 063,7—20 085,2 kg pro Hektar
Kartoffeln .	400 Bushels	„	„	=	26 003 kg pro Hektar.



Fig. 11. **Der Mormonentempel und das Tabernakel in Salt Lake City.**

Besonders schön sind die ausgedehnten Obstanpflanzungen, auf welchen die herrlichsten Früchte, namentlich Äpfel, Birnen, Pfirsiche und Pflaumen, gewonnen werden.

Als die grofse Fruchtbarkeit des Bodens bekannt wurde, nahm die Einwanderung auch anderer Ansiedler mehr und mehr zu, so dafs der Staat Utah gegenwärtig eine Bevölkerung von 300 000 Seelen besitzt. Auf den Farmen steht die Bienenzucht in grofser Blüte; im Jahre 1903 wurden 1 300 000 Pfund Honig produziert.

Die Union stand lange Zeit hindurch in heftigem Zerwürfnis mit den Mormonen, besonders aus dem Grunde, weil sie einen Staat im Staate bildeten und die Vielweiberei eingeführt hatten, was dem Bundesgesetz der Vereinigten Staaten widersprach. Das Mormonentum

im Utah entwickelte sich zu einer staatlich organisierten Theokratie, an deren Spitze der Präsident steht. Das erste Gesetz der Mormonen ist unbedingter Gehorsam gegen den Präsidenten. Ihm zur Seite steht ein Rat von 12 Aposteln, dann folgt der Rat der Ältesten, deren 100 ist. Die Bischöfe haben wichtige weltliche Obliegenheiten. Jedes Stadtviertel besitzt einen Bischof. Die Kirche wird durch Abgaben unterhalten. Jeder Neueintretende zahlt 10 % seines Vermögens und später jährlich 10 % des Einkommens, was in Geld oder in Produkten gezahlt werden kann. Die Produkte werden in einem grofsen Kaufhause angesammelt, in dem die Mormonen kaufen müssen. Dasselbe führt den Namen Zions Cooperative Mercantile Institution, wird meist nur abgekürzt mit den Anfangsbuchstaben Z. C. M. J. geschrieben und „Sissimei" gesprochen. Es betreibt sowohl ausgedehnten Handel als auch Kleider- und Schuhfabrikation, und sein jährlicher Geschäftsumsatz beträgt nahezu 4 Millionen Dollars.

Am 9. September 1850 war Utah als Territorium organisiert worden, zu dessen Gouverneur Brigham Young im Jahre 1851 ernannt wurde. Als eifriger Anhänger des Glaubenssatzes der Polygamie proklamierte er denselben von neuem als Dogma des Mormonismus im Jahre 1852. Er wurde darauf im Jahre 1871 der Polygamie angeklagt, jedoch nicht verurteilt. Als er am 29. August 1877 in Salt Lake City starb, hinterliefs er 17 Frauen und 44 Kinder. Sein Nachfolger war John Tayler. Nachdem verschiedene Mafsregeln des Bundes gegen die Vielweiberei unwirksam geblieben waren, hoffte man durch das sogenannte Edmundsgesetz 1882 dagegen einschreiten zu können. Da aber auch dieses erfolglos war, wurde im Jahre 1887 ein neues Antimormonengesetz erlassen, durch das den in Polygamie lebenden Mormonen die politischen Rechte entzogen wurden. Nach Eröffnung der Northern Pacific-Eisenbahn fand ein grofser Fremdenzuflufs nach dem gelobten Lande statt, und als man reiche Metallschätze, namentlich Gold und Silber, in den Gebirgen Utahs auffand, stiegen der Wert von Grund und Boden sowie die Kosten des Lebensunterhaltes bedeutend. Dadurch nahm die Vielweiberei von selbst ab, da es nur noch sehr reichen Leuten möglich war, mehrere Frauen zu ernähren. Der Präsident Woodruff hat dann schliefslich ein neues Glaubensedikt erlassen, in dem er die Polygamie aufhob und die Monogamie wieder einführte. Erst dadurch wurde es möglich, dafs Utah als Staat in die Union aufgenommen wurde, während früher alle dahin zielenden Gesuche vom Kongrefs abgelehnt worden waren. Im Jahre 1894 erlangte Utah von diesem die Erlaubnis, eine Verfassung

zu entwerfen, worauf dann im folgenden Jahre die Aufnahme als Staat erfolgte. Der Präsident Woodruff starb am 2. September 1898 und ihm folgte als fünfter Präsident Lorenzo Snow.

Die Hauptstadt der Mormonen, Salt Lake City, welche von Brigham Young gegründet wurde, hat eine herrliche Lage. Rings von fruchtbaren Farmen mit schönen Obstgärten umgeben, wird der Horizont durch die zackige Kette des Wahsatchgebirges abgeschlossen, dessen Gehänge mit immergrünen Eichen bewachsen sind. Die Stadt

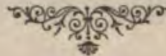


Fig. 12. Granitsteinbruch im Little Cottonwood Cañon.

wird überragt durch den gewaltigen Mormonentempel, zu dem schon Brigham Young im Jahre 1853 den Grundstein legte, der aber erst am 6. April 1893 eingeweiht wurde (siehe Figur 11). Als Baumaterial diente ein heller Granit, der in der Nähe, im Little Cottonwood Cañon, gebrochen wurde (siehe Figur 12). Die Kosten dieses Baues betragen nahezu 50 Millionen Mark. Daneben liegt das Hauptversammlungshaus der Mormonen, das Tabernakel, das die Form eines halbierten Eies und eine Länge von 73 m hat. In diesem Kuppelsaale von ausgezeichneter Akustik sind 8000 Sitzplätze. Er wird benutzt für die jährlichen und halbjährlichen religiösen Versammlungen der Mormonen, dient aber auch zu profanen Zwecken. Südwestlich vom Tempel, am

linken Rande des Bildes (Figur 11) gerade noch sichtbar, befindet sich Assembly Hall, das hauptsächlich für die Priesterversammlungen der Mormonen bestimmt ist. Als besondere Sehenswürdigkeiten werden allen Fremden die von Brigham Young erbauten Häuser, Lion House, Bee-Hive House und Amelia Palace gezeigt. In den beiden erstgenannten Häusern befanden sich seine Residenz sowie Wohnungen für seine zahlreiche Familie. Das Lion House zeigt einen steinernen Löwen über dem Eingange, und das Bee-Hive House ist von einem Bienenstock, dem Wappen der Mormonen, gekrönt. In letzterem ist gegenwärtig die Wohnung des Präsidenten Lorenzo Snow. Die Stadt hat viele schöne öffentliche Gebäude, unter denen der romanische Bau des Rathauses hervorgehoben werden mag. Die Strafsen sind meist mit schattigen Bäumen bepflanzt, und die Wohnhäuser haben zum Teil freundliche Vorgärten. Die Stadt bietet allen grofsstädtischen Komfort der Neuzeit, hat elektrische Beleuchtung, elektrische Strafsenbahnen, ein Opernhaus und ein schönes Theater.

Wenn man von Norden mit der Eisenbahn kommend zuerst vollkommen wüste Strecken durchreist hat und dann plötzlich in das vortrefflich kultivierte Mormonenland mit seinen freundlichen Städten und fruchtbaren Feldern eintritt, so mufs man die Intelligenz und den Fleifs der Mormonen bewundern, die eine öde Wüste in ein blühendes Gartenland umgewandelt haben.



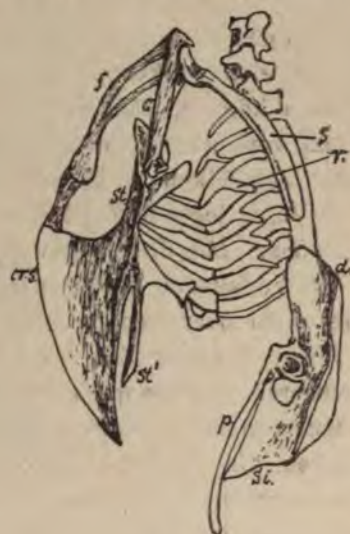


Die Luftsäcke der Vögel.

Von Dr. O. Rabes in Magdeburg.

Die Vögel sind zwar nicht die einzigen Flieger im Tierreiche, doch unzweifelhaft diejenigen, die sich willkürlich nicht nur am höchsten in die Luft erheben können, sondern zugleich auch gröfste Ausdauer und Schnelligkeit vereinen. Heinrich II. liefs in Fontainebleau einen gezeichneten Jagdfalken auffliegen, der 24 Stunden später in Malta eintraf. Der Vogel legte 66,784 km in der Stunde, 18,55 m in einer Sekunde zurück. Mit diesem gewaltigen Flugvermögen wird seit langer Zeit die auffallende Tatsache in Zusammenhang gebracht, dafs der Vogel mehr oder weniger marklose Knochen besitzt. Schon zu Kaiser Friedrichs II. Zeit war diese Beobachtung gemacht und wird von letzterem, der ein grofser Freund der Jagd mit dem Falken war, in dem von ihm verfafsten Werke: „De arte venandi cum avibus“ beschrieben. Und in der Tat ist dieses Fehlen des Marks in der Mehrzahl der Knochen ein Charakteristikum der Vögel. Im Mittelalter freilich war noch nicht bekannt, dafs die Lufthöhlen im Innern der Knochen in engster Beziehung zu jenen lufthaltigen, dünnwandigen Säcken stehen, die in fast regelmäfsiger Verteilung im Vogelkörper liegen. Harvey, der Entdecker des Blutkreislaufes, beschrieb als erster 1651 die Luftsäcke des Hinterleibes, und mehr als ein Jahrhundert später (1774) konnten sich Carpenter und Hunter experimentell von dem Vorhandensein ausgedehnter Lufträume im Innern des Vogelkörpers überzeugen. Sie brachten irgendwo am Vogelkörper eine Öffnung an und bliesen sodann durch die Trachea Luft ein; diese entwich durch die angelegte Wunde. Auch die Verbindung zwischen den lufthaltigen Knochen und der Lunge konnten sie wenigstens durch das Experiment feststellen, da es ihnen gelang, die Lunge von einem markhaltigen Knochen aus aufzublasen. Diese Befunde erregten in hohem Mafse das Interesse der Naturforscher, und eine grofse Reihe von Autoren haben sich bis in die jüngste Zeit hinein bemüht, Klarheit in der Frage zu schaffen.

Mit der Entdeckung der lufthaltigen Knochen und der Luftsäcke begann auch die Spekulation über die Bedeutung der eigenartigen Einrichtung. Am nächsten lag die Annahme, dafs sie den Vogel leichter und flugfähiger machen solle. Cuvier sah in den Luftsäcken sekundäre Lungen; andere wollten sie als Luftreservoire gedeutet wissen. Erst ganz allmählich kam man der Wahrheit auf die Spur, ohne jedoch sagen zu können, dafs wir uns heute im Vollbesitze derselben befinden. Es ist immer wieder dieselbe Erscheinung: die Erforschung eines Problemes zeugt andere, neue. Versuchen wir nun,



st.	Brustbein.
st'.	Fortsatz desselben.
cr.s.	Knochenkamm des Brustbeins zum Ansatz der Brustmuskeln.
f.	Gabelbein.
c.	Rabenschnabelbein.
s.	Schulterblatt.
r.	Fortsatz der Rippen.
d.	Darmbein.
p.	Schambein.
si.	Sitzbein.

(Schematisch nach Gegenbaur.)

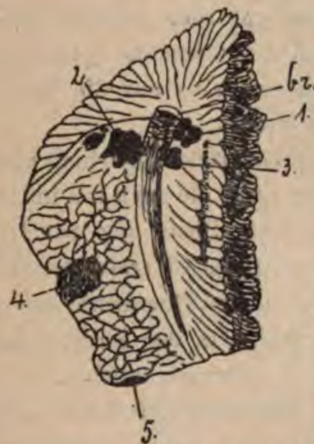
Fig. 1. **Rumpfskelett des Storches, halbseitig.**

das bisher Erreichte und Erkannte zu überblicken, nachdem wir zuvor uns über einige in enger Beziehung zu der Frage stehende Eigentümlichkeiten des Skelettes und der Lunge der Vögel orientiert haben.

Am Rumpfskelette des Vogels fällt auf, dafs die einzelnen Knochen zueinander in möglichst feste Beziehung treten. Abgesehen davon, dafs der Beckengürtel mit der Wirbelsäule verwachsen ist, tritt auch in der Region des Schultergürtels das Bestreben hervor, diesem Teile eine möglichst widerstandsfähige Knochenstütze zu geben. Das Brustbein ist zu einem, die ganze Unterseite der Brusthöhle panzernden, plattenförmigen Knochen geworden, der durch das Gabelbein (entspricht den Schlüsselbeinen der Säugetiere) und das stark entwickelte Rabenschnabelbein (coracoid), das bei den Säugetieren überhaupt nicht als selbständiger Knochen ausgebildet ist, mit dem Schulterblatte (scapula)

fest verbunden ist. Letzteres ist zu einem langen, säbelförmigen Knochen entwickelt und liegt weit nach hinten auf den Rippen, die ihrerseits wieder darin etwas Eigenartiges besitzen, dafs Fortsätze der vorderen Rippen auf die nächstfolgenden übergreifen. Alles das sind Einrichtungen, die nur den Zweck haben können, den Brustkorb des Vogels möglichst fest zu machen (vergl. dazu Fig. 1).

Die Lungen des Vogels sind verhältnismäfsig recht klein. Ihre Oberseite ist mit dem Brustfelle so innig verwachsen, dafs die Lungensubstanz zwischen die Rippen eindringt und letztere deutliche Furchen (meist sechs) hervorrufen. Auf der unteren (ventralen) Seite der



br. Hauptbronchus.
1—5 Die Öffnungen für die Luftsäcke. (Die Ziffern entsprechen der Reihenfolge der Lagerung von vorn nach hinten; 5 Bauchluftsackŏffnung.)
(Nach Selenka.)

Fig. 2. **Rechte Lunge einer Ente von vorn.**

Lungen (Fig. 2) befinden sich gewöhnlich fünf unregelmäfsige Öffnungen, die Zugänge zu den Luftsäcken; denn in jede Lunge tritt ein Zweig der Trachea (Hauptbronchus), der durch die Lunge geht und in die grofsen Bauchluftsäcke (No. 5 der Fig. 2) mündet. Dieser Hauptbronchus schwillt oftmals nach seinem Eintritte in das Lungenparenchym etwas an und sendet von dort vier stärkere Nebenbronchien nach den übrigen Luftsäcken. Von allen Bronchienzweigen aber nehmen andere Zweiglein ihren Ausgang, die sich, immer dünner und feiner werdend, im Lungenparenchym verstreuen und die Luft zu den Kapillargefäfsen führen. So klein nun auch die Lunge an Volumen ist, so findet doch in ihr ein sehr energischer Gasaustausch statt, wie es der lebhafte Stoffwechsel des Vogelkörpers auch fordert. Lavoisier fand schon, dafs zwei kleine Sperlinge in derselben Zeit soviel atmosphärische Luft zersetzten wie ein Meerschweinchen.

Die Luftsäcke sind nun im Grunde genommen nichts anderes als die direkte Fortsetzung des die Lunge durchziehenden Hauptbronchus und der vier grofsen Nebenbronchien. Dafür spricht nicht nur der Umstand, dafs die Luftsackmembran anatomisch sich als direkte Fortsetzung der die Bronchien auskleidenden Haut ausweist und das Pflasterepithel der Bronchien sich auch in die Luftsäcke erstreckt, sondern auch die Art und Weise ihrer Entwickelung im Vogelembryo, wie wir unten noch näher sehen werden. Die glashelle Membran zeigt an manchen Stellen zuweilen ein mehr oder minder ausgedehntes Netzwerk von elastischen Fasern. — Im Gegensatze zu Cuviers Annahme, dafs die Luftsäcke an der Atmung sich beteiligten, hat Sappey gezeigt, dafs die Vakularisation derselben nur sehr gering ist, ja, dafs die wenigen Gefäfse, die zu finden sind, nicht dem Lungen-, sondern dem grofsen Körperblutkreislaufe angehören, also nur die Ernährung besorgen und nicht dem Gasaustausche dienen.

Die Anordnung und Ausdehnung der Luftsäcke unterliegt manchen Verschiedenheiten, deutet aber darauf hin, dafs sie auch mit im Dienste der Fortbewegung und sicherlich in engster Beziehung zur Lebensweise des betreffenden Vogels stehen. Bei guten Fliegern verstreichen die Luftsäcke zwischen den Muskeln bis zu den Oberarmknochen und pneumatisieren diese. Läufer hingegen, wie z. B. der Straufs, besitzen lufthaltige Oberschenkel- und markhaltige Oberarmknochen.

Was nun die Beschreibung der einzelnen Luftsäcke anbetrifft, so will ich aus der verwirrenden Fülle synonymer Bezeichnungen der Einfachheit halber diejenigen auswählen, die sich bei Berücksichtigung ihrer Lage von selbst ergeben. Übersichtlich sind die Luftsäcke in Fig. 3 dargestellt. Von den Bronchien jeder Lunge durchziehen je 5 dieselbe, treten an ihrer Peripherie heraus und in Verbindung mit jederseits 5 Luftsäcken (Fig. 2), so dafs also der Hauptsache nach 5 Paare von Luftsäcken im Vogelkörper liegen. Durch das oberhalb des Herzens den Rumpf durchquerende häutige Diaphragma — entspricht der Lage nach dem Zwerchfelle der Säuger — werden 2 Paar vordere von 3 Paar hinteren Luftsäcken geschieden. Die Halsluftsäcke erstrecken sich zu beiden Seiten der Trachea nach der Kopfregion hin. Die Brustluftsäcke sind oftmals verschmolzen, dadurch unpaar geworden und kommunizieren zuweilen mit den ersteren. Die Anordnung der hinter dem Diaphragma gelegenen Luftsäcke wird durch das Vorhandensein zweier Längshautfalten bedingt, die die Bauchhöhle in drei Räume sondern, in deren mittlerem die beiden grofsen Bauchluftsäcke liegen, die die Darmschlingen

bedecken und an Volumen alle anderen übertreffen. In den beiden Seitenhöhlen befinden sich je zwei kleinere Luftsäcke, die durch eine dort quer verlaufende Hautfalte getrennt sind und als vorderer und hinterer diaphragmatischer Sack bezeichnet werden. So sind im Prinzipe die 5 Paare von Luftsäcken im Vogelkörper gelagert, die von der Lunge aus mit Luft versorgt werden. Daneben kommt auch

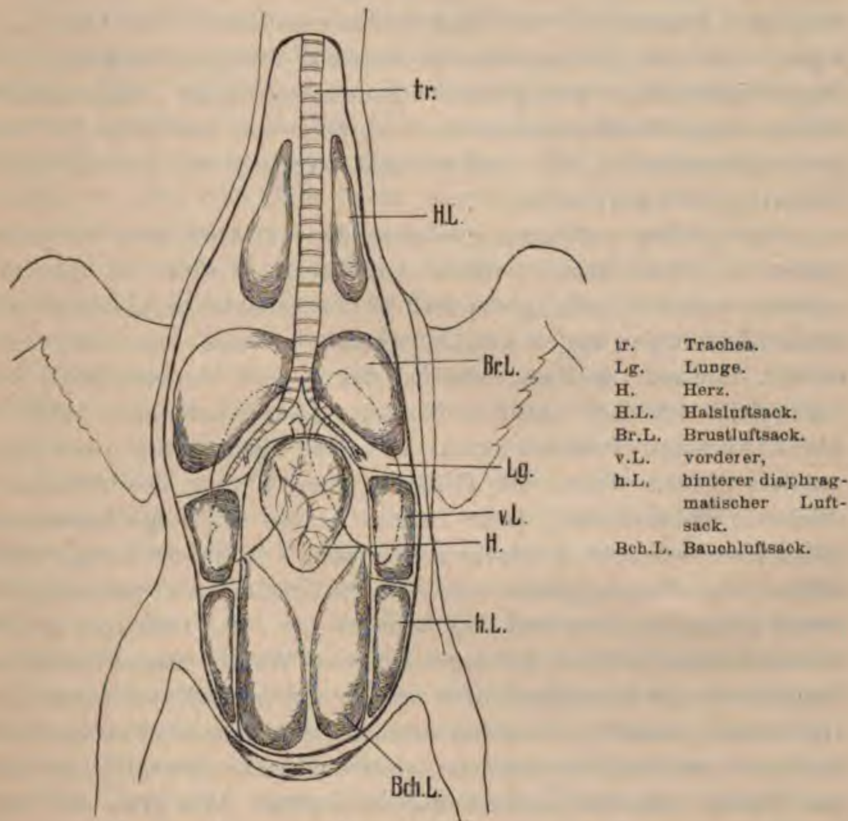


Fig. 3. **Schema der Lagerung der Luftsäcke im Vogelkörper.**

ein dicht hinter dem Pharynx gelegener Kopfluftsack vor, der durch die Fissura spheno-palatina mit Luft gefüllt wird.

Oben wurde schon erwähnt, dafs die Luftsäcke sich zwischen den Muskeln bis zu den Knochen hinziehen; ihre Fortsätze treten sogar durch besondere Öffnungen in die Knochen ein und füllen diese mit Luft. Das gilt nicht nur für die grofsen Röhrenknochen der Gliedmafsen, sondern auch vielfach für die Rumpfknochen; Schulterblatt,

Brustbein, Rippen und Wirbel können pneumatisiert sein. Bei den Röhrenknochen schwinden das Mark und die dasselbe umkleidende schwammige Knochenmasse, und nur die harte, feste Rindensubstanz bleibt erhalten; ihr legt sich im Innern die dünne Membran der Luftsackfortsätze dicht an. — Auffallend mag es zunächst sein, dafs bei so guten und ausdauernden Fliegern wie Möwe, Seeschwalbe und Albatros markhaltige Oberarmknochen gefunden sind. Aber gerade bei diesen Formen sind die Flügelknochen so sehr in die Länge gezogen, dafs eine Pneumatisierung derselben für ihre Festigkeit und Tragfähigkeit doch als gefährlich erscheinen mufs. Andererseits können auch Muskeln pneumatisiert werden, was besonders für den grofsen Brustmuskel gilt und am schönsten bei den grofsen guten Fliegern zu beobachten ist.

Ihre gröfste Ausdehnung erhalten die Luftsäcke aber bei jenen Arten, bei denen ihre Fortsätze sich bis direkt unter die Haut erstrecken oder bei denen grofse Bezirke des Unterhautzellgewebes von hohlen, lufthaltigen Zellen gebildet werden, so dafs neben der Luftschicht, die auf der Haut zwischen den Federn eingeschlossen ist, eine solche sich auch zwischen Haut und Körpermuskulatur befindet. Als subkutane Pneumatizität ist diese Erscheinung bezeichnet und zuerst von Owen bei *Pelecanus*, *Buceros*, *Sula* und *Palamedea* (Wehrvogel) beobachtet. Beim Pelikan ist das lufthaltige Unterhautzellgewebe besonders hochgradig entwickelt. Wird der Körper desselben unter Wasser gesetzt und mit Schnittöffnungen versehen, so perlen überall aus letzteren Luftblasen hervor. 10,5 Liter Luft erhielt Milne Edwards durch Auffangen auf diese Weise. Dieses Umhüllen des Körpers mit lufthaltigem Gewebe ist von grofser Bedeutung für den Pelikan; dadurch ist es ihm möglich, schwimmend zu fischen und sich dabei mit Beute zu belasten, ohne in seiner Beweglichkeit auf dem Wasser erheblich beeinträchtigt zu werden. Wie grofs der Vorteil für ihn ist, geht aus einem Versuche hervor, bei dem ein 4,150 kg schwerer Pelikan mit 10,5 kg belastet werden konnte, ohne unterzusinken. — Im Gegensatz zum Pelikan finden wir subkutane Pneumatizität in Form eigener grofser Luftbehälter beim Nashornvogel *(Buceros rhinoceros)* und seinen Verwandten. In extremer Weise ist der ganze Körper dieses Vogels unter der Haut von Luft umgeben; nur in der Mittellinie des Körpers, wo die Haut an den Knochenkamm des Brustbeines und am Hinterleibe festgewachsen ist, tritt eine Unterbrechung ein. Grofse Luftbehälter ziehen sich an den Seiten hin und senden ihre letzten Ausläufer bis in die Spitze der Füfse und Flügel. —

Eigenartige Verhältnisse werden vom Marabu beschrieben. Neben lufthaltigem Unterhautzellgewebe an der Brust besitzt er noch an der Basis seines langen Halses grofse Luftsäcke unter der Haut, die von der Lunge aus gefüllt werden. Dieses Vorkommen wird in Beziehung gebracht zu der Gewohnheit des phlegmatischen Vogels, beim Stehen den schweren Kopf einzuziehen; dann dienen jene Luftkammern als weiche, elastische Kissen.

Welche Bedeutung haben nun die Luftsäcke für den Atmungsprozefs des Vogels? Mit dieser Frage hat sich Bär am eingehendsten befafst und ist dabei zu folgenden Ergebnissen gekommen: Im Sitzen atmet der Vogel ebenso wie das Säugetier durch Erweitern und Verengern des Brustkorbes. Die kleinen Lungen, die zudem an ihrer Oberfläche noch teilweise mit dem Brustfelle verwachsen sind, können nur wenig erweitert werden, desto ausgiebiger aber die elastischen Luftsäcke. Einfache physikalische Vorgänge spielen sich dabei mit ab: Durch Erweiterung der Brust- und Bauchhöhle wird der Druck der Aufsenluft stärker als der der Sackluft und strömt in die Luftsäcke ein, bis ein Ausgleich erreicht ist. Umgekehrt wird die Sackluft ausgeprefst, wenn ihr Druck durch Verengerung ihrer Höhlen über den Atmosphärendruck steigt. Brust- und Bauchhöhle sind dabei physiologisch als eine Höhle zu betrachten. Die Luft strömt durch die Trachea ein; ein Teil füllt das Lungenparenchym, der andere die Luftsäcke. Beim Ausatmen treibt die komprimierte Sackluft die verbrauchte Luft der Lunge vor sich her, füllt die Lunge wieder mit sauerstoffhaltiger Luft und ermöglicht einen nochmaligen Gasaustausch. Es ist also eine sehr zweckmäfsige Arbeitsteilung beim Atmungsprozesse des Vogels eingetreten; die Lungen führen den chemischen Teil (Gasaustausch), die Luftsäcke den mechanischen (Wechsel der Atemluft) aus. Der verschiedenen Funktion entspricht auch die verschiedenartige Ausbildung der bezüglichen Organe. Die Lungen sind ungemein gefäfsreich und ermöglichen dadurch einen sehr energischen Gasaustausch; die Luftsäcke haben sehr elastische Membranen. Bär vergleicht die Luftsäcke mit Saugpumpen, die die Luft in den Körper saugen; in den Luftweg ist ein Schwamm — die Lunge — eingeschaltet, den die Luft vorher passieren mufs. Dieses Bild gibt eine zwar grobe, doch richtige Vorstellung der Vorgänge beim Atmungsprozesse des Vogels.

Vom Atmen in der Ruhe unterscheidet sich recht beträchtlich die Art und Weise des Atmens beim Fliegen. Für den Wechsel der Atemluft im Fluge spielen die Luftsäcke erst recht eine grofse Rolle,

nach Bärs Behauptung sogar die Hauptrolle; denn es ist irrig, anzunehmen, dafs der Vogel beim Fluge genau so atme wie in der Ruhe. Das zeigen ganz klar einige Beobachtungen an uns selbst: Wir wissen, dafs jede schwere Arbeit, die die vorderen Extremitäten zu leisten haben, direkt hindernd auf die Atmung einwirkt; denn wir müssen die Knochen der Brustregion fest einstellen, damit die Armhebel eine sichere Stütze haben. Dadurch aber wird die Möglichkeit des Erweiterns und Verengerns des Brustkorbes aufgehoben und damit das Atmen auf ein Minimum reduziert. Beschränkung der Atmung aber hat Sauerstoffverarmung des Blutes zur Folge. Vom Körper kann dieser Zustand nur vorübergehend ohne weitere Schädigung ertragen werden, so dafs solche ausschliefsliche Beanspruchung der Arme, wie sie z. B. beim Heben schwerer Lasten eintritt, nur von kurzer Dauer sein kann. — Denken wir nun an die gewaltige Arbeit, die der Vogel beim Fluge ausschliefslich und andauernd mit den vorderen Extremitäten leistet! Er mufs das Brustbein, die Ansatzstelle des mächtigen Brustmuskels und die Rippen, auf denen der Drehpunkt der Flügel, das Schulterblatt, ruht, fest einstellen. Berücksichtigt man das alles, so ergibt sich ohne weiteres, dafs der Vogel im Fluge in anderer Weise für den Wechsel der Atemluft sorgen mufs als in der Ruhe, sonst wäre der langandauernde Flug nicht denkbar, könnte sich nicht weiter als bis zu einem Schwirren auf kurze Entfernungen entwickelt haben.

Da Versuche gezeigt haben, dafs die in den Luftsäcken enthaltene Luft nur genügt, um $2\frac{1}{2}$ Minuten die Atmung zu unterhalten, so wird dadurch die Annahme abgewiesen, dafs die Luftsäcke etwa als Luftreservoire für die Atmung während des Fluges dienen. Die anatomischen Verhältnisse der Brustregion, wie sie eingangs kurz klargelegt wurden, lassen eben keine andere Annahme zu als die, dafs der Vogel während des Fluges überhaupt keine Atembewegungen ausführt, dafs die Luft vielmehr ganz passiv durch die grofsen, meist schief nach aufsen gestellten Nasenlöcher in den Körper einströmt und die Luftsäcke „wie einen Fallschirm" aufbläht. Den Wechsel der Atemluft übernehmen aber die Flügelbewegungen. Oben wurde schon dargelegt, dafs die Fortsätze der Luftsäcke zwischen die Muskeln sich erstrecken, ja, vielfach die Muskeln, besonders den grofsen Brustmuskel, geradezu pneumatisieren. Wird nun beim Flügelniederschlag der Muskel kontrahiert, so werden auch die Luftsäcke mit zusammengeprefst, so dafs sie bei jedem Flügelschlage ihr Volumen ändern, erst verkleinern, dann vergröfsern. Dadurch aber entsteht

eine lebhafte Luftzirkulation innerhalb der Luftsäcke und Lungenflügel, die dem Gasaustausche dienstbar gemacht wird. An die Stelle der Bewegung des Brustkorbes tritt in sehr zweckmäfsiger Weise die Flügelbewegung. Zwar kann die durch einen Flügelschlag hervorgerufene Luftverschiebung innerhalb des Atmungsapparates nicht so ausgiebig sein als ein einmaliges tiefes Einatmen; doch wird das, was der so erzeugten Lufterneuerung an Intensität abgeht, durch die Häufigkeit und rasche Folge der Flügelbewegungen reichlich ersetzt.[1])

Die Ansicht Bärs wird durch die neueren Untersuchungen von Ulrich an *Diomedea* (Albatros) auch bestätigt: Der Brustluftsack zeigt abnorm grofse Divertikel, die zwischen die Flugmuskeln ausstreichen und wohl ohne Zweifel bei den Flügelbewegungen „hohen ventilatorischen Einflufs auf die Luft des respiratorischen Apparates“ haben.

Diese Eigentümlichkeiten im Atmungsprozesse der Vögel erklären auch die auffallende Tatsache, dafs Vögel, die im Käfige oder im engen Zimmer gejagt werden, sehr bald ermatten und keuchend in einer Ecke sitzen bleiben, unfähig, fortzufliegen. Mögen hierbei vielleicht auch nervöse Zustände, hervorgerufen durch die Angst des verfolgten Tierchens, mit im Spiele sein, die Hauptursache des so frühzeitigen Ermattens liegt doch wohl darin, dafs der Vogel nicht genügend atmen kann, da er zu den fortwährenden Flugbewegungen den Brustkorb fest einstellen mufs und andererseits doch zu kurze Strecken durchfliegt, um genügend Luft passiv in seinen Körper einströmen zu lassen. Er unterliegt denselben Bedingungen, die es dem Menschen unmöglich machen, längere Zeit ohne jegliche Unterbrechung schwere Lasten zu heben.

Ein gröfserer Gehalt an Kohlendioxyd wird sich bei der geringen Vakularisation der Luftsackmembranen nach längerer Zeit nur in den Teilen und Anhängen der Luftsäcke ansammeln können, die in der Ruhezeit weniger einer Veränderung ausgesetzt sind[2]); daher beobachtet man so häufig bei wenig fliegenden Vögeln (Enten, Hühnern, gefangenen Vögeln) Flügelschlagen und Recken des Körpers, das keinen anderen Zweck hat, als die Luft in den mehr abgelegenen intermuskulären Ausstülpungen zu erneuern, da diese nicht in demselben Um-

---

[1]) Perrault und Bert vertreten auch die Meinung, dafs beim Ein- und Ausatmen Luft das Lungenparenchym durchstreicht und dafs im Fluge beim Flügelniederschlag ein Exspirationsstofs, beim Heben ein Inspirationsstofs erfolge.

[2]) Das sind diejenigen, die zwischen die Flugmuskeln sich erstrecken.

fange von den Atembewegungen des Thorax beeinflufst werden wie die Luftsäcke selbst.

Über die Verbreitung der Luftsäcke in der Klasse der Vögel wissen wir, dafs sie bei allen Formen, selbst dem neuseeländischen Kiwi (*Apteryx*) zu finden sind. Bei vorwiegend tauchenden Formen wie z. B. Pinguin, ist die Knochenpneumatizität zurückgebildet und ebenso fehlen die intermuskulären Ausstülpungen,[3]) während die Luftsäcke der Brust- und Bauchhöhle vollständig ausgebildet sind. Das Vorkommen lufthaltiger Knochen aber unterliegt grofsen Schwankungen. Der extremste Fall liegt beim Tölpel (*Sula*) vor; dort sind die Knochen der Gliedmafsen bis zu den Phalangen lufthaltig. Ähnlich ist es beim Nashornvogel (*Buceros*), bei dem aufserdem noch die Kopfknochen in hohem Mafse pneumatisch sind. Die Oberarm- (Humerus) und Oberschenkelknochen (Femur) sind allermeist lufthaltig; bei guten Fliegern kommen noch Wirbel, Brustbein und Knochen des Schultergürtels hinzu. Subkutane Pneumatizität in Form von Luftsackausstülpungen unter der äufseren Haut tritt hinzu beim Kondor, Tölpel, Wehrvogel und Nashornvogel, während der Pelikan durch lufthaltiges Unterhautzellgewebe ausgezeichnet ist (cf. oben). Dafs so ausdauernde Flieger wie *Sterna*, *Larus*, *Diomedea* weniger lufthaltige Knochen gebrauchen können, wurde schon dargelegt. Nach Roches Untersuchungen fehlen pneumatische Oberarmknochen aufserdem bei *Sturnus*, *Sylva*, *Mergus*, *Vanellus*, *Limosa*, *Numenius*, *Oedicnemus* und *Fulica*. Als spezieller Laufvogel besitzt der Straufs nur lufthaltige Oberschenkelknochen. Pinguin und Kiwi haben nur markhaltige Knochen.

Überblicken wir nun noch einmal kurz die Bedeutung der Luftsäcke und lufthaltigen Knochen für die Vögel: Früher nahm man an, dafs diese Einrichtung allein den Zweck habe, den Vogelkörper spezifisch leichter zu machen. Dafs dieses nur für besondere Fälle (subkutane Pneumatizität) zutrifft, ergibt sich aus obigem.

Im allgemeinen aber ist der Nutzen in dieser Richtung so gering, dafs wenige Gramm Futter, die der Vogel etwa mehr aufnimmt, vollständig ausreichen, den Effekt der Luftsäcke aufzuheben. Andererseits läfst sich nicht verkennen, dafs das Vorhandensein von Luftsäcken geeignet ist, das Volumen des Vogels zu vergröfsern, ohne ihn dabei beträchtlich schwerer zu machen. Dadurch aber wird der Wirkung des Auftriebes der Luft eine gröfsere Fläche dargeboten, was das

[3]) Der Grund hierfür ist ja leicht einzusehen.

Fliegen erleichtern mufs. Ähnliches gilt für die Schwimmvögel. Der Pelikan kann schwimmend fischen, und der Albatros vermag selbst bei stürmischem Wetter sich dem Wasser zum Ruhen und Schlafen anzuvertrauen. Die lufthaltigen Knochen setzen die Eigenschwere der Flügel und Beine herab, was für gute Flieger und Läufer nicht ohne Belang sein kann. Nicht unerwähnt mag endlich bleiben, dafs Soum den Luftsäcken grofse Bedeutung für die Transpiration zuschreibt. Er fand die Luft in den Luftsäcken stark mit Wasserdampf gesättigt; die Verdunstung mufs demnach durch die Luftsackmembranen erfolgt sein. Die Luftsäcke kämen also für die Wärmeregulierung im Vogelkörper nicht unerheblich in Betracht, wenngleich auch hiergegen



Fig 4. **Atmungsorgane des gemeinen Kranichs.**

die geringe Gefäfshaltigkeit der Luftsackmembranen zu sprechen scheint. Berücksichtigt man aber, dafs den Vögeln trotz der gewaltigen Arbeitsleistung der Flügel und dem daraus resultierenden starken Transpirationsbedürfnis Schweifsdrüsen vollständig fehlen, so kann man der Ansicht Soums eine gewisse Berechtigung nicht absprechen. Die Hauptbedeutung der Luftsäcke scheint mir aber doch in ihrer Beziehung zum Atmungsprozesse des Vogels zu liegen, wie Bär es dargelegt hat. So nur wird begreiflich, dafs der Vogel so hohe Flugleistungen, wie sie z. B. der Wanderzug zeitigt, ohne besonders grofse Anstrengungen aufweisen kann, so nur ist es denkbar, dafs so gewaltige Vögel wie Albatros und Fregattvogel — ganz abgesehen von Sturmschwalben — als echte Weltenvögel ruhelos die grofsen Ozeane nach Beute absuchen können, so, dafs ihre Flugmuskeln an Unermüdlichkeit fast mit dem Herzmuskel konkurrieren, da sie fast die gröfste Zeit ihres Lebens fliegend zubringen. Und welche Eleganz, Gewandt-

heit und Leichtigkeit entfalten sie beim Fluge! Alle Beobachter sind darüber des höchsten Lobes voll.

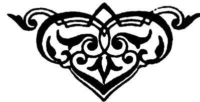
Noch ungeklärt ist die Deutung der Luftsäcke für den lang anhaltenden, schmetternden Gesang mancher Vögel. Eine gewisse Beziehung zwischen beiden kann man ohne weiteres nicht von der Hand weisen. Ulrich ist der Meinung, dafs die starke Bewegung des Hinterleibes, die beobachtet wird, wenn z. B. Nachtigall oder Schwarzkopf laut schmetternd ihr Lied ertönen lassen, durch Kontraktionen der Bauchmuskeln hervorgerufen wird. Dadurch aber kann eine Entleerung der grofsen Bauchluftsäcke erzeugt werden, deren Luft dann zur Stimmbildung Verwendung finden mag.



Fig. 5. **Brustbein und Schultergürtel des Singschwanes, von der linken Seite gesehen.**

Interessant ist es, einen Blick auf die Entwickelung der Luftsäcke im Vogelembryo zu werfen: Bei einem 3 Tage alten Huhnembryo ist die Lunge in Form zweier seitlicher Höcker der Speiseröhre angelegt, ist später weiter zu lappenförmigen Gebilden entwickelt und zeigt am 5. Tage die Anlage der Bauchluftsäcke, die als deutliche Auftreibung aus dem hinteren Ende des Hauptbronchus hervorgehen und am 10. Tage als pralle Blasen aus dem Lungenparenchym heraustreten. Darauf bilden sich die seitlichen und zuletzt die Luftsäcke der Brust und des Halses aus. Beim Ausschlüpfen des Huhnes liegt die Ausstülpung des Brustluftsackes, der die Pneumatisation des Oberarmknochens besorgt, dem letzteren dicht an. Beim Embryo sind alle Knochen markhaltig. Erst später, wenn das Mark seine Bedeutung für das Wachstum und die Ausbildung der Knochen verliert, wird es resorbiert, und nun erst werden die Knochen pneumatisiert.

Zuletzt mag noch erwähnt werden, dafs bei den Vögeln zuweilen noch in anderer Weise für Schaffung weiterer Lufträume innerhalb des Rumpfes gesorgt wird: durch Krümmung der Trachea. Am bekanntesten mag dieses eigenartige Vorkommen beim Kranich sein, dessen Luftröhre in einer doppelten Kurve (Fig. 4) in den oberen Teil des Brustbeines dringt, sowie vom Männchen des Singschwanes (Fig. 5), wo die Verhältnisse ähnlich liegen. Ob wir es hier mit Einrichtungen zu tun haben, die speziell der Stimmbildung dienen, müssen wir zur Zeit noch dahingestellt sein lassen, obgleich der bei diesen Vögeln trompeten- oder glockenartig ausgebildete, weithin vernehmbare Ton ihrer Stimme sehr dafür spricht.





Über einige Vorgänge bei ungewöhnlicher Temperatur.

Von Dr. P. Dahms in Danzig.

(Schlufs.)

Entsprechende Versuche über die langsame Verbrennung des Kohlenstoffes hat Moissan[16]) bereits ein Jahr vor diesen Untersuchungen angestellt. So wurde die Verbrennung des Diamanten in einem Sauerstoffstrome innerhalb einer Röhre vorgenommen, welche seine Beobachtung gestattete. Das austretende Gas strich durch Barytwasser, um Spuren von Kohlendioxyd nachweisen zu können. Ein durchsichtiger Kapdiamant entwickelte unter diesen Bedingungen erst bei 720° Spuren von Dioxyd. Mit Anwachsen der Temperatur wurde die Trübung des Barytwassers langsam deutlicher, bei 790° ging sie sogar ziemlich schnell vor sich. Schliefslich, bei 800°, umgab sich der Diamant plötzlich mit einer Flamme und liefs unter Weifsglut das Kohlendioxydgas sich schnell entwickeln.

Bei dieser raschen Verbrennung entsteht genügend Wärme, um bis zur vollständigen Zerstörung des Diamanten von jeder weiteren Wärmezufuhr absehen zu können. Dasselbe Ergebnis zeigte sich bei Wiederholung des Versuches. Bei anderen Proben hob sich die Verbrennungstemperatur weniger oder mehr und stieg auf 820° bis 850°, so dafs Moissan sich geneigt sah, mehrere Varietäten des Diamanten anzunehmen. Immer geht diesem lebhaft verlaufenden Vorgange ein langsamer Prozefs voraus, der etwa 100° bis 150° unterhalb dieser Temperatur einsetzt.

In ähnlicher Weise begann beim Graphit eine schwache Trübung des Barytwassers bei 570°, die bei 600° stärker wurde. Bei 690° wurde der Graphit plötzlich weifsglühend; das Glühen war sehr intensiv,

---

[16]) Moissan, Henri: Sur la température d'inflammation et sur la combustion, dans l'oxygène, des trois variétés de carbone. Comptes rendus, t. 135, 1902, p. 921—928.

und die Verbrennung verlief dabei heftig. Die Temperatur für den Beginn der langsamen Verbrennung liegt hier 120° unterhalb der für Weifsglut.

Aus Birkenholz gewonnene Bäckerkohle wurde in derselben Weise untersucht. Sie war durch möglichst gute Verbrennung erhalten und entwickelte im Sauerstoffstrome von 100° bis 110° an Kohlendioxyd. — Alle Ausbildungsformen des Kohlenstoffes verbrennen in Sauerstoff, also unterhalb der Entzündungstemperatur. — Da Kohle aber in ihren Poren eine grofse Menge Kohlenoxyd, Kohlendioxyd und Spuren von Stickstoff festhält, wurde sie mit Hilfe eines luftverdünnten Raumes von diesen Gasen befreit. Das so gereinigte Material wurde dann mit trockenem und feuchtem Sauerstoff in Glasröhren eingeschlossen. 60 solcher Röhren waren verschieden lange Zeit verschiedenen Temperaturen ausgesetzt.

Bei gewöhnlicher Temperatur und Dunkelheit aufbewahrt, war auch nach einem Jahre in den Röhren Kohlendioxyd nicht nachweisbar. Desgleichen gaben kein positives Resultat solche Röhren, die während des Septembermonats bei gewöhnlicher Temperatur dem Sonnenlicht ausgesetzt gewesen waren, auch solche, welche 300 Stunden bei 50° C. gehalten waren. Dagegen entwickelten sie bei 100° C. in 140 Stunden geringe Mengen von Kohlendioxyd. Entsprechende Resultate wurden mit atmosphärischer Luft erhalten. Wasser unterstützt bei diesen Versuchen die Oxydation. Diese geht um so deutlicher vor sich, je gröfser die Oberfläche der Kohle, d. h. je mehr diese pulverförmig ist. Bei der langsamen Verbrennung der Bäckerkohle bildet sich eine kleine Menge Kohlenoxydgas, bei höherer Temperatur verschwindet sie. Die langsame Verbrennung der verschiedenen Kohlenstoffarten kann bei einfacher Oxydation an der Luft erfolgen; bei ihrer Verbrennung in Sauerstoff geht die Entflammung bei Temperaturen vor sich, die mit dem Grade der Polymerisation von Kohlenstoff steigen. Bäckerkohle kann in feuchtem und trockenem Sauerstoffe sehr langsam bei 100° unter annähernd Atmosphärendruck verbrennen, ohne dafs man eine Grenze angeben könnte, wo die Verbrennung einsetzt oder aufhört.

Tatsächlich verbrennt die aufbewahrte Kohle sogar schon beim Lagern im Keller, ebenso wie im Ofen. Nur entgeht dieser Prozefs im ersteren Falle unserer Wahrnehmung, weil er viel zu langsam verläuft. Nach Ostwald nimmt man an, dafs bei der Temperaturerhöhung von 10° die Geschwindigkeit der chemischen Vorgänge sich verdoppelt. — Es ist noch zu bemerken, dafs die Verbrennung der

Körper mittels freien Sauerstoffs und mittels Oxydationsmittel noch durch sog. Katalysatoren beschleunigt werden kann.

Wenn die bei solchen Oxydationsvorgängen entstehende Wärme nicht ausstrahlen oder auf irgendwelche Weise entweichen kann, so vermag sie derart anzuwachsen, dafs sie zur Selbstentzündung führt. Am interessantesten sind in dieser Beziehung die brennenden Flöze, wie sie in Dudweiler unweit Saarbrücken, und an anderen Orten beobachtet worden sind; auch Reste längst erloschener Kohlenbrände hat man bei einer späteren Erschliefsung der Kohle angetroffen. Einen gewissen Ruf hat das „tiefe" Planitzer Kohlenflöz nahe bei Zwickau[17]), das seit Jahrhunderten der Herd solcher Brände gewesen ist. Man hatte hier mit dem Abbau wiederholt begonnen, dann aber stets wieder aufhören und ganze Schächte verschütten müssen. Bei jedesmaligem Aufdecken des Brandfeldes trat eine heftige Selbstentzündung ein. Die Kohlen, welche zutage ausstrichen, waren der Einwirkung der Atmosphärilien ausgesetzt. Diese Einwirkung wurde dadurch noch befördert, dafs viele Gruben als Zeugen eines alten, nicht immer rationell betriebenen Bergbaus angelegt waren. Wie weit etwa fein verteilter Schwefelkies bei dieser Selbstentzündung in Frage kommt, ist nicht mit Sicherheit zu ermitteln. Später hat man den früher sehr schnell fortschreitenden Erdbrand durch geeignete Mafsnahmen zu lokalisieren verstanden.

Die Einwirkung der Brände auf das Nebengestein weist auf Temperaturen hin, die der eines Porzellanofens entsprechen würden. Mit dem Fortschreiten des unterirdischen Feuers änderten sich natürlich auch die Wärmeverhältnisse an der Oberfläche. Früher soll man hier zur Winterszeit selbst beim härtesten Froste Rasen von üppig grüner Pracht angetroffen haben: einen willkommenen Zufluchtsort für die frierenden Vögel. Dämpfe, die mit den Verbrennungsgasen dem Boden entstiegen, besafsen eine Temperatur von ungefähr 88° C., so dafs Leute aus der Umgegend hier Eier zum Genufs zurichteten.

Um das Jahr 1837 benutzte man die Erdwärme zur Anlage von Beeten für frühzeitige Gemüse. Später wurde das Unternehmen mehr und mehr erweitert; in rascher Folge hintereinander entstanden Warm- und Kalthäuser, sowie Freilandbeete. Ungefähr zwischen den Jahren 1844 und 1866 wurde die Anlage dann durch Geitner derart gefördert, dafs sie einen europäischen Ruf erhielt. Dieser hält noch

[17]) Dietrich, Otto: Die Erdbrände und die Treibgärtnerei zu Planitz in Sachsen. Jahresber. d. Ver. f. Naturkunde zu Zwickau in Sachsen für 1897; 1898, S. 1 bis 10.

heute im Publikum fest, obgleich schon seit Jahrzehnten eine gewöhnliche Handelsgärtnerei die grofsen Palmhäuser, die Warmwasserbassins mit Victoria regia, die Ananaszucht und ähnliche Einrichtungen verdrängt hat. — Mit Nachlassen des Brandes hat das Ausströmen der Gase nach und nach aufgehört. Am längsten lieferte der Boden noch die für Gewächse so wichtige feuchte Wärme dem Palmenhaus, welches besonders tief fundiert war. An der Tagesoberfläche ist das Gärtnereigebiet jetzt völlig erkaltet, während die aus den abgebauten Flözteilen austretenden Wasser noch eine Temperatur von 50⁰ aufweisen und somit an die gewaltige Wärmequelle früherer Zeiten erinnern.

Unsere Nahrungsmittel oxydieren sich meist bei gewöhnlicher Temperatur nicht sehr schnell, in den Organismen dagegen in verhältnismäfsig kurzer Zeit vollständig. Es ist freilich nicht zu übersehen, wie diese Verbrennungen zustande kommen, doch läfst sich annehmen, dafs hierbei, ebenso wie aufserhalb des Körpers, die Bildung von Superoxyden von hoher Bedeutung ist. Die katalytische Wirkung der in den Organismen vorhandenen Metallsalze, besonders der Eisen- und Mangansalze, und der Oxydationsfermente ist freilich am wichtigsten.

Die grofse Verwandtschaft zwischen Chlorophyll- und Blutfarbstoff weist einerseits darauf hin, dafs Pflanzen und Tiere denselben Ursprung haben, andererseits aber auch darauf, dafs im Tier- und Pflanzenkörper die gleichen Fermente teils Oxydations-, teils Reduktionsprozesse beschleunigen. Die chemische Energie der von den Pflanzen fabrizierten Nahrungsmittel wird im tierischen Organismus mit guter Ausbeute in mechanische Arbeit umgewandelt. Hier werden im allgemeinen die Oxydationen so erfolgen, dafs sie das Maximum an Arbeit leisten. Um dieses zu erreichen, kann die Diffusionsgeschwindigkeit durch die Zellsubstanz willkürlich geändert und der Sauerstoff durch Prozesse der Autooxydation und durch Fermente zur Tätigkeit angespornt werden. Diese werden dorthin geschafft, wo sie notwendig sind, oder an Ort und Stelle immer neu erzeugt. Deshalb erfolgen Verbrennungen nur dann und dort, wo sie bei dem gröfsten Gefälle der Konzentration die gröfste mechanische Arbeit liefern. Wie die Vorgänge im einzelnen auch verlaufen mögen, jedenfalls wird die Regulierbarkeit der Prozesse bei der langsamen Verbrennung die gute Ausnutzung der Energie bedingen. Im Gegensatze dazu wird die Verbrennung bei hoher Temperatur so stürmisch und ungeordnet verlaufen, dafs nur ein kleiner Teil der tatsächlich disponiblen Wärme in nutzbare Arbeit verwandelt werden kann. — Es ist und bleibt

daher eine der wichtigsten Aufgaben, Mittel zu finden, um die Geschwindigkeit aller Verbrennungsprozesse, insbesondere auch die Verbrennung der Kohle, zu regulieren. Sie soll „rasch genug erfolgen, um in kurzer Zeit genügend viel Arbeit zu leisten, aber nicht zu rasch, damit nicht ein beträchtlicher Teil ihrer arbeitsfähigen Energie in Form von Wärme ungenutzt entweicht“.[18])

Eigenartige Vorgänge, die sich zwischen festen Körpern bei gewöhnlicher Temperatur abspielen und an die Versuche Springs in gewisser Hinsicht erinnern, schildert J. Strüver.[19]) Er hatte in ein Pappkästchen etwa ein Dutzend Haueritkristalle von Radusa in Sizilien und ein Stück reines, metallisches Silber gelegt. Als er nach mehreren Jahren das Kästchen wieder hervorholte, zeigte sich das Silber durchaus verändert, es war oberflächlich von einer dünnen, schwarzen, kristallinischen Schicht überzogen. Gleichzeitig schienen die Kristalle des Minerals, welche sich allmählich wie viele andere Schwefelverbindungen oberflächlich verändern, eine viel stärkere Umwandlung erfahren zu haben wie solche, die für sich allein aufbewahrt waren. Zwischen dem Manganbisulfid und dem Silberstücke hatte sich bei gewöhnlicher Temperatur eine chemische Umsetzung abgespielt; dabei war weder auf dem Boden des Kästchens, noch auf einem Schwefelkieskristalle, welcher auch mit dem Silber und Hauerit zufällig zusammengelegen hatte, eine Spur der schwarzen Substanz zu sehen. Das Silber war durchaus von gekrümmten Flächenteilen begrenzt, eine direkte Berührung konnte deshalb nur an einigen Punkten, aber nicht überall stattgefunden haben — noch weniger freilich mit der Unterseite, wo sich die Neubildung gerade kristallinischer und reichlicher zeigte.

Die Reaktion beginnt also wohl an den Berührungspunkten und pflanzt sich von diesen aus nach den verschiedenen Richtungen hin fort. Die mikroskopische Untersuchung und mikrochemische Reaktion, die mit der geringen Substanzmenge angestellt wurden, liefsen sie als Schwefelsilber erkennen.

Strüver versuchte nun, entsprechende Vorgänge auch zwischen Hauerit und anderen Metallen sowie zwischen diesen und anderen Schwefelverbindungen sich abspielen zu lassen. — Auf einer reinen Silberplatte zeichnete ein Kristall in kurzer Zeit seine anliegende

---

[18]) Bodländer a. a. O. S 484, 488.

[19]) Strüver, J.: Eine chemische Reaktion zwischen Hauerit und einigen Metallen bei gewöhnlicher Temperatur. Zentralbl. f. Mineralog., Geolog. und Paläontolog., Jahrg. 1901, S. 257—261.

Fläche deutlich durch schwarze Färbung ab. Diese Wirkung ging viel schneller vor sich als bei Silbermünzen, d. h. Legierungen des Edelmetalles mit Kupfer. Auf dem verhältnismäfsig reinen Kupferbleche des Handels erzeugten ganze Kristalle oder Stücke von ihnen in weniger als 24 Stunden eine Schwärzung des Metalls, offenbar unter Bildung von Schwefelkupfer. — Wird die direkte Berührung zwischen Metall und Mineral durch eine Schicht von Watte verhindert, so zeigt das erstere keine Spur von Schwärzung; eine Einwirkung zwischen den Stücken fand also nicht statt. Gase, wie Schwefelwasserstoff, waren — wie die Prüfung ergab — dem Minerale nicht beigemengt.

Von den Mineralien, die ähnlich wie Hauerit aufgebaut sind, wirkt Pyrit[20]) nur sehr langsam, Markasit dagegen sofort, wahrscheinlich weil er weniger beständig ist als jener. Beide reagierten nur mit Silber und Kupfer. Zwei andere, ähnlich zusammengesetzte Minerale zeigten keinerlei Einwirkung. Dagegen bewirkte wunderbarerweise ein Erz, das viel ärmer an Schwefel ist als Markasit und Pyrit, der Magnetkies, fast ebenso schnell wie das erstere von diesen beiden — aber auch nur mit Silber und Kupfer — eine chemische Umsetzung.

Wurden die Metalle mit anderen Schwefelverbindungen zusammengebracht, so ergaben sich keine wahrnehmbaren Veränderungen. Daraus scheint weiter hervorzugehen, dafs nur solche Minerale schnell und deutlich zu wirken vermögen, die reicher an Schwefel sind. Diese Vermutung wird durch die Tatsache gestützt, dafs energischer als alle Schwefelverbindungen der gediegene Schwefel selbst wirkt. Auch hier sind wieder nur Silber und Kupfer die Metalle, die in Frage kommen. Von den Berührungspunkten ausgehend, breitet sich auch hier die Schwärzung nach allen Seiten hin aus.

Als schliefslich unter geringem Drucke eine vollständig geschliffene und polierte Fläche des Hauerit mit entsprechend vorbereiteten Silber- und Kupferplatten in Berührung gebracht wurde, begann die Schwärzung sich wie gewöhnlich zu bilden. Gleichzeitig aber drangen kleine, mit blofsem Auge aber deutlich sichtbare Metallteilchen hier und da in den Hauerit ein oder hefteten sich seiner Oberfläche so fest an, dafs sie selbst bei kräftigem Reiben mit einem Tuche oder einem Stück Leder nicht entfernt werden konnten.

Diese Umwandlung einer gestaltlosen Masse in eine geformte durch Berührung mit einer anderen, erinnert lebhaft an den als

[20]) Strüver, J.: Chemische Reaktion der natürlichen Eisensulfide und des gediegenen Schwefels auf Kupfer und Silber bei gewöhnlicher Temperatur. Ebenda, S. 401—404.

„Zinnpest“ bezeichneten Vorgang, welcher durch Impfung beim Zink hervorgerufen werden kann.

Eine Reihe anorganischer und einige organische Körper besitzen die Eigentümlichkeit, bei einer ganz bestimmten Temperatur ihr inneres Gefüge zu verwandeln. Diese Umänderung verläuft um so schneller, je weiter die augenblickliche Temperatur von jener feststehenden entfernt ist. Meist sind nur geringe äufsere Anstöfse notwendig, um den Übergang in eine sog. andere „Phase“ beginnen zu lassen. So läfst sich z. B. Wasser unter den Gefrierpunkt — bis etwa auf — 10° C. — abkühlen und wird erst durch Erschütterung oder durch Hinzufügen eines Eiskristalls plötzlich fest. Glyzerin läfst sich dagegen mittels blofser Abkühlung überhaupt nicht zum Gefrieren bringen. Erst wenn man einen Glyzerinkristall in die abgekühlte Flüssigkeit bringt, beginnt es zu erstarren. Man kann hier von einem Impfen sprechen. Doch auch Metalle können einer solchen Ansteckung, einer Infektion, unterliegen.

Bereits Aristoteles soll die Tatsache bekannt gewesen sein, dafs Zinn sich unter gewissen Umständen in eine andere Masse verwandelt. Etwa in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts ist diese Erscheinung von Erdmann und anderen wieder entdeckt oder vielmehr untersucht worden, wobei sich herausstellte, dafs die Umwandlung besonders bei starker Winterkälte vor sich geht. Das anfangs silberweifse Metall wird körnig, es zeigt eine Art Ausschlag. Die Umänderung kann, wie bereits gesagt, tatsächlich durch Ansteckung übertragen werden, führt zu einem vollständigen Zerfalle des Zinns in ein graues Pulver und ist von Cohen mit dem Namen „Zinnpest“ belegt worden. Diese eigenartige ansteckende Umwandelung griff z. B. in Rothenburg an der Tauber von dem alten zerfallenen Dache des Rathause vor kurzem auf ein benachbartes Zinndach über und zerstörte es dann.

Bei starker Abkühlung geht die Umwandelung sehr rasch vor sich und zwar um so schneller, je tiefer die Temperatur unterhalb + 20° C. liegt Unter anderen Umständen erfolgt sie sehr langsam, wenn nicht Teilchen der grauen Ausbildung den Anstofs dazu geben, d. h. die Infektion besorgen. Ganze Ladungen von Bankazinn zerfielen gelegentlich in Staub, als sie in einen nordischen Hafen einliefen, und in den Wandungen von Orgelpfeifen in einer schlesischen Kirche fielen dadurch, dafs das Zinn verstäubte, Löcher ein — oder, wenn man den Ausdruck zulassen will, offene klaffende Wunden.

Bei genauerer Betrachtung der kleinen, runden Erhebungen zeigt

sich, dafs die Verwandelung im Mittelpunkte beginnt und von ihm aus gleichmäfsig nach allen Richtungen vorgeht. Mit chemischen Prozessen, die sich zwischen dem Zinn und dem Gehalte der Luft an Sauerstoff oder Feuchtigkeit abspielen könnten, hat sie nichts zu tun; es liegt hier vielmehr eine neue Form des Metalls, das sog. graue Zinn, vor. Physikalisch ist der wesentliche Unterschied zwischen beiden Zinnarten durch die Verschiedenheit des spezifischen Gewichtes gegeben, das bei der gewöhnlichen Ausbildung 7,3, bei der durch Umwandelung erhaltenen 5, 8 beträgt: Es hat also eine Verminderung von rund 20 $^0/_0$ stattgefunden. Daraus erklärt sich nun auch leicht warum die umgewandelte Masse in Form von Pusteln aus der ursprünglichen Oberfläche hervortritt. Verschiedene Methoden ergaben, — wie bereits angedeutet — dafs die Umwandelungstemperatur bei + 20 ^{0} C.[21]) liegt.

Die bunte Übersicht, die an unserem Auge vorübergezogen ist, zeigt in erster Linie, dafs ein sanfter Übergang zwischen den Aggregatzuständen besteht. Dann ergibt sich aber auch ein solcher zwischen Vorgängen bei verschiedener Temperatur und zwischen denen der Physik und Chemie. Auch zwischen den Gebieten der experimentellen Naturwissenschaften findet also ein innerer, täglich mehr hervortretender Zusammenhang statt, wie ein solcher bei den beschreibenden schon seit langer Zeit bekannt ist.

[21]) Hoff, J. H. van't: Zinn, Gips und Stahl vom physikalisch-chemischen Standpunkt. Vortrag, geh. im Verein der deutschen Ingenieure zu Berlin, München und Berlin, R. Oldenbourg. 1901.





Sodagewinnung in Ägypten.

In der Deutschen Techniker-Zeitung berichtete ein im Orient tätig gewesener Ingenieur über seine Erfahrungen in Ägypten, wo er an den dortigen Natronseen eine Sodafabrik errichtet hat.

Das Gebiet dieser Seen liegt in der lybischen Wüste, 120 km nordwestlich von Kairo und hat eine Ausdehnung von 50 km Länge und 15 km Breite; es umfafst 7 Salz- und 2 Süfswasserseen. Der Wasserstand in den Seen ist wechselnd und hängt mit dem Steigen und Fallen des Nils zusammen, so dafs die Annahme berechtigt erscheint, dafs die Seen von einem jetzt versandeten Nilarm herrühren und noch jetzt auf unterirdischem Wege vom Nil gespeist werden. Auf diesem Wege mufs jedenfalls das Nilwasser grofse, bis jetzt noch nicht aufgefundene Lager von Soda, Steinsalz, Glaubersalz u. s. w. durchfliefsen, da auf andere Weise der Salzgehalt der Seen nicht zu erklären ist. Ein Liter Seewasser enthält durchschnittlich 100 g reine Soda. Am Boden der Seen befinden sich Salzschichten, die bis zu 45 pCt. reine Soda enthalten, während an den Seeufern auf weite Strecken sich durch Kapillarität Salzgewächse gebildet haben, die 25 pCt. Soda aufweisen.

In dem bis auf 80^0 C. erwärmten Seewasser werden die festen Salze aufgelöst, um eine stärkere Konzentration des Wassers herbeizuführen. Letzteres wird bis auf 40^0 C. abgekühlt und sodann in Absorptionsapparate gebracht. In diesen wird durch Einführung von Kohlensäure Bikarbonat (doppeltkohlensaures Natron) ausgefällt. Das Bikarbonat wird in Nutschapparaten gewaschen, auf Darren an der Luft getrocknet und hierauf in die Kalzinieröfen, die sogenannten Thelenschen Pfannen, gebracht. Durch starkes Erhitzen des Bikarbonats in diesen Pfannen wird Kohlensäure frei, und es bildet sich Monokarbonat, das dann als kalzinierte Soda in den Handel gebracht wird. Die freigewordene Kohlensäure wird wieder in den Absorptionsapparaten zum Ausfällen des Bikarbonats benutzt: da jedoch die auf diese Weise gewonnene Kohlensäure nicht genügen würde, alles

Bikarbonat auszufällen, so sind zur weiteren Darstellung von Kohlensäure Kalköfen angelegt. Der Kalkstein wird an Ort und Stelle gebrochen. Zur Beheizung der Dampfkessel und der Eindampfpfannen mit liegendem Rührwerk, den bereits erwähnten Thelenschen Pfannen, wird trockenes Schilf verwendet, das in ungeheuren Mengen im Natrontal vorkommt; es hat eine Verdampfungsziffer von 2,5. Beim Verbrennen bildet sich viel leichter Staub, der die hinteren Kesselzüge bald zusetzt. Eine Verwendung von Kohle ist wegen des hohen Preises von 450 M. für den Eisenbahnwagen ausgeschlossen. Das Arbeiterpersonal besteht aus Fellachen und Sudanesen, deren Anlernung unendliche Mühe erforderte. Der Transport der Soda erfolgt bis zur Regierungsbahn durch eine 50 km lange Schmalspurbahn, die ganz durch Wüstensand gelegt werden mufste. Das zum Fabrik- und Eisenbahnbetrieb benötigte Süfswasser wurde durch tiefe Brunnenanlagen gewonnen. G. R.



Eine botanisch interessante Erscheinung bietet der Friedhof des kleinen Dorfes Bartlin im hinterpommerschen Kreise Schlawe. Auf einem Grabe steht eine Trauerweide, zwischen deren zu Boden gesenkten Zweigen aus der Mitte der Krone sich ein Baum von gänzlich anderem Aussehen und mit völlig verschiedener Belaubung erhebt. Der 3—4 m hohe nach oben strebende und mit kräftigen aufwärts gerichteten Zweigen versehene obere Baum hat grofse, elliptische Blätter, während die Trauerweide bekanntlich ein sehr zierliches, schmal linealisches Laub besitzt. Aber auch der obere Baum ist eine Weide, und zwar die zur Saalweidengattung gehörende graue Weide (Salix glauca). Die Lösung des Rätsels ist eine ziemlich einfache: manche Trauerweiden können durch Aufpfropfen auf andere Weidenarten vermehrt werden, und der als Unterlage dienende Stamm, hier also die graue Weide, kann nun neben den Zweigen der aufgepfropften Art ebensogut Wildlinge treiben, wie die veredelte Rose. -k.



 Himmelserscheinungen. 

Übersicht über die Himmelserscheinungen für Juli, August und September 1905.[1])

1) **Der Sternenhimmel.** Am 15. Juli um 11 h, am 15. August um 9 h, am 15. September um 7 Uhr zieht die Milchstrafse dicht östlich am Zenit vorbei in breitem Silberstrom den Meridian entlang genau nach Süden. Unweit des Zenits stehen die beiden Lichtknoten bei α und γ Cygni, unmittelbar daneben sind aber ganz dunkle Stellen, besonders unter dem Schwan im Füchslein. Dann nimmt der Glanz wieder zu im Adler, wo sich die Milchstrafse zu teilen beginnt. Der eine Zweig geht östlich durch Schütze und Schlangenträger, der andere westlich durch den Skorpion zum Süd-Horizont hinab, und die leuchtenden Wolken, welche das verschwimmende Licht ungezählter Sternenheere an den südlichen Teil des Firmaments zaubert, sind das Wahrzeichen der Sommermonate. Denn an hellen Fixsternen ist das Firmament arm, im Gegensatz zum winterlichen Himmel. Genau im Zenit steht Wega der Leier, östlich davon Deneb des Schwans und der Stern an der Spitze des gleichschenkligen Dreiecks, auf dieser Basis ist Atair im Adler, am Ostrande der Milchstrafse. Noch tiefer in dieser und schon westlich des Meridians finden wir den roten Antares mit den anderen hellen Sternen des Skorpions. Gehen wir vom Adler nach rechts durch den Hercules, so finden wir im Westen noch einen rötlichen Stern erster Gröfse, den Arctur im Bootes, oberhalb dessen der Halbkreis der nördlichen Krone in Diademform flimmert. Unter dem Bootes sind noch einige Jungfrausterne zu sehen und rechts neben dem Skorpion die beiden Sterne 2. Gröfse der Wage.

Links von der Milchstrafse dehnen sich im Süden die Sternbilder des Steinbocks und des Wassermanns, arm an hellen Sternen. Erst über letzterem zeigt sich hoch nach Osten emporsteigend das plaustrum maximum, 7 Sterne 2. Gröfse, an die Form des grofsen Bären gemahnend, aber noch gröfser, die Sternbilder der Andromeda und des Pegasus. Wendet man den Blick nach Norden, so streift über dem Nordpunkt Capella, der Hauptstern des Fuhrmanns, dessen südlichere Sterne sich unter dem Horizont bergen. Rechts und höher steht in der Milchstrafse das Dreieck des Perseus, noch höher nach Nordosten das W der Cassiopea, von dem der Rhombus des Cepheus zum Schwan überleitet. Den grofsen Bären finden wir im Nordosten, die Deichsel nach links oben streckend. Der Polarstern thront unverändert in etwa 50° Höhe über dem Nordpunkt.

---

[1]) Alle Zeitangaben in M. E. Z. und nach astronomischer Zählweise, d. h. die Vormittagsstunden eines Tages — mit Ausnahme der Sonnen- und Planeten-Aufgänge — um 12 h vermehrt zum vorigen Tage gerechnet.

Zur Orientierung mögen die folgenden Sterne dienen, die heller als 3.3^m sind und abends um 9 Uhr kulminieren.

Tag	Name	Grösse	Rektaszension	Deklination	Tag	Name	Grösse	Rektaszension	Deklination
Juli 1	α Coronae	2.0	$15^h 30^m 42^s$	+ 27° 2.2'	Aug. 4	μ Herculis	3.3	$17^h 42^m 47^s$	+ 27° 46.8'
3	α Serpentis	2.3	39 37	+ 6 43.6	8	γ Sagittarii	3.3	17 59 45	− 30 25.5
4	β Serpentis	3.3	41 50	+ 15 43.3	9	72 Ophiuchi	3.3	18 2 53	+ 9 33.3
5	μ Serpentis	3.3	44 42	− 3 8.3	12	η Serpentis	3.0	18 16 26	− 2 55.2
5	ε Serpentis	3.3	46 7	+ 4 45.9	17	Wega	1.0	18 33 46	+ 38 42.1
7	δ Scorpii	2.3	54 45	− 22 21.1	20	σ Sagittarii	2.3	18 49 25	− 26 24.8
9	β Scorpii	2.0	59 57	− 19 32.7	22	γ Lyrae	3.3	18 55 26	+ 32 33.9
11	δ Ophiuchi	3.0	16 9 24	− 3 26.9	23	ζ Aquilae	3.0	19 1 5	+ 13 43.6
12	ε Ophiuchi	3.3	13 20	− 4 27.6	23	λ Aquilae	3.1	19 1 15	− 5 1.3
13	τ Herculis	3.3	16 55	+ 46 32.6	24	π Sagittarii	3.1	19 4 10	− 21 10.3
13	γ Herculis	3.1	17 46	+ 19 22.8	28	δ Aquilae	3.3	19 20 45	+ 2 55.8
15	α Scorpii	1.3	23 37	− 26 13.3	30	β Cygni	3.0	19 26 56	+ 27 46.0
15	β Herculis	2.3	26 10	+ 21 42.0	Sept. 3	γ Aquilae	3.0	19 41 47	+ 10 23.2
16	ζ Ophiuchi	2.6	31 58	− 10 22.4	3	δ Cygni	2.8	19 42 3	+ 44 54.3
19	η Herculis	3.1	39 40	+ 39 6.4	4	Atair	1.3	19 46 11	+ 8 37.4
22	κ Ophiuchi	3.3	53 12	+ 9 31.5	9	ϑ Aquilae	3.0	20 6 27	− 1 5.9
23	ε Herculis	3.3	56 41	+ 31 4.2	11	$α^2$ Capric.	3.3	20 12 50	− 12 50.1
25	η Ophiuchi	2.3	17 4 58	− 15 36.4	12	γ Cygni	2.4	20 18 52	+ 39 57.6
27	δ Herculis	3.0	11 10	+ 24 57.3	16	β Delphini	3.3	20 33 8	+ 14 16.3
27	π Herculis	3.1	11 46	+ 36 55.2	17	α Cygni	1.6	20 38 14	+ 44 56.9
31	α Ophiuchi	2.0	30 34	+ 12 38.0	18	ε Cygni	2.6	20 42 25	+ 33 37.3
Aug. 2	ι Herculis	3.3	36 49	+ 46 3.7	25	ζ Cygni	3.0	21 8 56	+ 29 50.6
3	β Ophiuchi	3.0	38 49	+ 4 36.6	29	β Aquarii	3.0	21 26 36	− 5 59.0

2) **Veränderliche Sterne.**

a) Dem unbewaffneten Auge und einem Opernglas sind nur die folgenden Minima der 3 helleren Variabeln des Algoltypus zugänglich:

Algol (3^h 2^m + 40° 35'), Gröfse $2^m.3$—$3^m.4$. Halbe Dauer des Minimums: $4\frac{1}{2}^h$.

Juli	1	15^h	45^m	Juli	30	7^h	55^m	Sept.	5	14^h	31^m
	4	12	34	August	13	15	59		8	11	20
	7	9	23		16	12	48		11	8	9
	21	17	28		19	9	37		14	4	58
	24	14	17		22	6	26		25	16	14
	27	11	6	Sept.	2	17	42		28	13	3

λ Tauri (3^h 55^m + 12° 14'), Gröfse $3^m.4$—$4^m.5$. Halbe Dauer des Minimums: 5^h.

Juli	28	19^h	4^m	August	17	13^h	25^m	Sept.	6	7^h	46^m
August	1	17	56		21	12	17		10	6	38
	5	16	48		25	11	9		14	5	30
	9	15	41		29	10	1		18	4	23
	13	14	33	Sept.	2	8	54		22	3	15

δ Librae ($14^h\ 56^m$ — $8°\ 8'$), Gröfse $5^m.0$—$6^m.2$. Halbe Dauer des Minimums: 6^h.

Juli 2	8h	39m	Juli 25	15h	13m	Aug. 20	5h	37m	Sept. 10	4h	20m
4	16	30	30	6	55	22	13	29	12	12	12
9	8	13	Aug. 1	14	46	27	5	12	17	3	55
11	16	4	6	6	28	29	13	3	19	11	46
16	7	47	8	14	19	Sept. 3	4	46	24	3	28
18	15	39	13	6	2	5	12	37	26	11	19
23	7	22	15	13	54						

Besonders die letzten beiden Sterne seien eifriger Beobachtung seitens astronomischer Liebhaber empfohlen.

b) Maxima der helleren (> 9) Veränderlichen von langer Periode.

Tag	Name	Ort für 1905				Hellig-keit d. Max.
Juli 3	S Ophiuchi	16h	28m	—16°	45'	8—9
4	R Draconis	16	32	+67	9	7—8
5	R Comae	11	59	+19	19	7—8
	U Virginis	12	46	+ 6	4	8
6	RR Aquarii	21	10	— 3	18	8—9
7	R Ophiuchi	17	2	—15	49	7—8
8?	RR Pegasi	21	40	+24	34	9
10	Z Delphini	20	28	+17	8	9
	T „	20	41	+16	3	8—9
15	U Lyrae	19	17	+37	42	8
16	R Piscium	1	26	+ 2	23	8
18	R Bootis	14	33	+27	9	7
	S Herculis	16	48	+15	17	6—7
	T Sagittarii	19	11	—17	8	8
19	T Ceti	0	17	—20	35	5—6
22	Z Aurigae	5	54	+53	18	9
	RT Ophiuchi	17	52	+11	12	9
24	U Cygni	20	17	+47	36	7—8
	S Delphini	20	39	+16	45	8—9
	X „	20	51	+17	17	8
29	R Ceti	2	21	— 0	36	8
Aug. 1	R Aurigae	5	10	+53	29	7
3	RU Cygni	21	37	+53	53	8—9
8	R Sagittarii	19	11	—19	28	7
9	U Ceti	2	29	—13	32	9
	RT Librae	15	1	—18	22	8—9
11	R Can. ven.	13	45	+40	1	7—8
Aug. 11	R Herculis	16h	2m	+18°	37'	8—9
12	RY „	17	56	+19	30	8—9
13	R Serpentis	15	46	+15	25	6—7
14	X Aurigae	6	5	+50	15	8
16	Z Aquilae	20	10	— 6	26	9
19	U Persei	1	53	+54	21	9
	R Sagittae	20	10	+16	26	8—9
21	S Ursae maj.	12	40	+61	37	8
25	TU Cygni	19	43	+48	50	9
26	RV Aquilae	19	36	+ 9	42	9
27	Z Capric.	21	5	—16	34	9
28	T Urs. min.	13	33	+73	55	9
31	W Herculis	16	32	+37	45	8
Sept. 1	RT Aquilae	19	34	+11	30	8—9
7	T Herculis	18	5	+31	0	7—8
	X Ophiuchi	18	34	+ 8	45	7
10	V Bootis	14	26	+39	17	7
17	X Camelop.	4	33	+74	56	9
	R Pegasi	23	2	+10	2	7—8
18	T „	22	4	+12	4	9
19	WY Cygni	21	45	+43	46	9
24	T Androm.	0	17	+26	28	8
25	Z Ophiuchi	17	15	+ 1	44	8
28	RU Librae	15	28	—15	0	8—9
29	S Serpentis	15	17	+14	39	8
30	RS Hercul.	17	18	+23	7	8

Bei manchen dieser Sterne sind die Daten auf einige Tage unsicher; es empfiehlt sich also, sie einige Zeit vorher aufzusuchen und dann längere Zeit zu beobachten, so dafs womöglich durch Verfolgung des An- und Abstiegs des Lichts mittels Helligkeitsschätzungen die Lichtkurve festgelegt wird.

Mehrere Maxima erreichen in dieser Zeit die bei uns zirkumpolaren Sterne:

Name	Ort für 1905	Helligk. im Maximum	Zeiten der Maxima		
			Juli	Aug.	Sept.
SZ Cygni	20h 30m +46° 16'	8	1,16,31	15,30	14,29
TX „	20 56 +42 13	8—9	2,17	1,15,30	14,28
VX „	20 54 +39 48	9	17	6,26	15

3) **Planeten**. Mercur ist im grofsen Löwen am 2. August in gröfster östlicher Elongation, aber kaum am Abendhimmel zu sehen, am 30 August ist er schon wieder in unterer Konjunktion mit der Sonne. Dagegen dürfte in der gröfsten westlichen Elongation des 15. September und an den umliegenden Tagen der Planet, der fast 2 Stunden vor der Sonne aufgeht, morgens gefunden werden.

Venus steht am Morgenhimmel, wo sie den Moment gröfsten Glanzes am 2. Juni passiert hat. Am Westrande des Stieres befindlich und in rechtläufiger Bewegung, geht sie am 4. Juli 2 1/2° südlich an Jupiter vorbei, sie wandert dann durch den nördlichen Teil der Hyaden und passiert Aldebaran am 17. 2 1/2° nördlich. Sie geht dann kurz nach 1 h auf. Am 3. August tritt Venus in die Zwillinge, die sie bis zum 28. durchwandert, ihr Aufgang erfolgt dann 1 1/2 Uhr. Der Krebs ist am 16. September durchlaufen, und am 25. September steht Venus nur 1/2 Vollmondbreite nördlich von Regulus. Ende September geht der schöne Planet erst kurz vor 3 Uhr auf.

Mars ist bereits wieder rechtläufig und gerade im Begriff in die Wage einzutreten; er bleibt am 1. Juli bis 12 1/2 Uhr sichtbar, am 1. August bis 10 1/2. Am 20. August erreicht er den Skorpion, zieht am 23. August dicht unter δ Scorpii, am 4. September 2 1/2° über Antares einher und geht am 12. September in den Schlangenträger. Sein Untergang erfolgt jetzt um 9 Uhr, Ende des Monats um 8 1/2 Uhr.

Jupiter ist, gleichfalls rechtläufig, im Stier am Morgenhimmel zu finden, wo er um 11 3/4 Uhr aufgeht, hier hat er am 4. Juli die bereits oben erwähnte Konjunktion mit Venus. Er wandert langsam nach links und steht endlich am 24. September rechts oberhalb von ε Tauri still, worauf er rückläufig wird. Sein Aufgang verfrüht sich pro Monat um 2 Stunden und erfolgt Ende September um 7 3/4 Uhr.

Saturn steht mitten im Wassermann, wo er am 1. Juli um 10 3/4 Uhr aufgeht. Er ist rückläufig und geht von σ Aquarii nach ι Aquarii zurück. Am 22. August ist er in Opposition mit der Sonne und von da ab schon bei Sonnenuntergang über den Horizont. Sein Untergang erfolgt Ende August um 4 1/2 h, Ende September um 2 1/4 h.

Uranus ist rückläufig im Schützen, bleibt es bis zum 9. September und wird dann wieder rechtläufig. Er steht anfangs gerade um 2 1/2° südlich von μ Sagittarii.

Neptun steht rechtläufig in den Zwillingen zwischen den Sternen μ und ε (am 15. August ist sein Ort 6h 40m + 22° 10').

4) Jupitermonde.

I. Trabant. Eintritte in den Schatten (im Fernrohr links des Planeten).

Juli	7	14^h	46^m	27^s	Aug.	15	13^h	12^m	13^s	Sept.	16	9^h	44^m	24^s
	16	11	5	44		22	15	5	39		21	17	[illegible]	53
	23	13	2	32		31	11	28	16		23	11	35	21
	30	14	56	15	Sept.	7	13	22	5		25	6	6	52
Aug.	6	16	50	4		9	7	50	31		30	13	32	21
	8	11	17	28		14	15	15	57					

II. Trabant. Eintritte in den Schatten.

Juli	2	11^h	51^m	3^s	Aug.	10	14^h	12^m	20^s	Sept.	11	13^h	52^m	19^s
	9	14	28	4		28	9	41	30		18	16	27	31
Aug.	3	11	36	15	Sept.	4	11	16	54		24	8	20	10

III. Trabant.

	Eintritte	Austritte.
Juli 22	14^h 13^m 47^s	15^h 36^m 5^s
Aug. 27	10 12 27	11 37 7
Sept. 3	14 12 46	15 38 4

Der IV. Trabant wird 1905 überhaupt nicht verfinstert.

5) Meteore. Der ausgezeichnetste Strom dieses Quartals sind die Perseiden, die von Mitte Juli bis Ende August aus dem Sternbilde des Perseus fallen und vom 8.—11. August ihre gröfste Tätigkeit enfalten.

6) Sternbedeckungen durch den Mond (sichtbar für Berlin):

Tag	Name	Gröfse	Eintritt	Austritt	Positionswinkel¹) d. Eintritts	Positionswinkel¹) d. Austritts
Aug. 17	27 Piscium	5.3	13^h 17.7^m	14^h 38.5^m	67°	241°
	29 Piscium	5.3	15 52.9	17 0.1	36	273
23	τ^4 Tauri	5.2	13 9.9	13 44.5	132	199
Sept. 4	γ Librae	4.3	8 42.8	9 42.0²)	85	297
11	e Aquarii	5.4	14 55.6	15 24.0	5	313
15	f Piscium	5.2	15 27.1	16 21.9	21	291
17	μ Ceti	4.0	11 42.3	12 54.1	51	263
18	f Tauri	4.0	10 56.7	12 3.9	71	250
19	γ Tauri	4.0	11 32.4	12 13.2	22	305
	ϑ^1 Tauri	4.2	16 35.9	17 57.5	87	247
	ϑ^2 Tauri	4.2	16 42.2	17 51.2	111	223

7) Konjunktionen der 5 alten Planeten mit dem Monde.

Merkur	Juli 3	5^h	August 2	17^h u. 29 22^h	Sept.	27	16^h
Venus	28	3	27	2		26	1
Mars	10	21	7	22		5	8
Jupiter	26	12	23	4		19	15
Saturn	19	5	15	10		11	13

¹) Gezählt vom nördlichsten Punkte des Mondes nach links herum.

²) Unsichtbar, da Mond bereits 9^h 29^m untergeht.

8) **Mond.** a) Phasen.

Neumond	Juli 2 7h		
Erst. Viert.	9 7	Aug. 7 11h	Sept. 5 17h
Vollmond	16 5	14 17	13 7
Letzt. Viert.	24 2	22 19	21 11
Neumond	31 17	30 2	28 11

b) Apsiden.

Erdnähe	Juli 9 18h	Aug. 4 9h	Sept. 1 0h u. 29 6h
Erdferne	23 7	20 2	16 17

c) Auf- und Untergänge für Berlin.

Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin	Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin	Tag	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin
Juli 1	15h 51m	7h 1m	August 1	17h 55m	8h 1m	Sept. 1	20h 52m	8h 0m
6	21 28	10 32	6	— —	10 25	6	1 58	10 50
11	2 39	12 50	11	5 4	13 45	11	5 46	15 51
16	8 1	16 57	16	8 8	19 9	16	7 40	21 15
21	10 27	22 28	21	10 0	— —	21	10 13	1 20
26	12 26	2 43	26	13 15	4 25	26	15 38	4 59

d) Partielle Mondfinsternis 1905 14. August, teilweise sichtbar in Berlin. Es werden nur $^3/_{10}$ des Mondes und zwar die südlichen, also im Fernrohr oberen Partien vom Erdschatten bedeckt, und es ist

Anfang der Finsternis: 15h 38.6m
Mitte " " 16 40.9
Ende " " 17 43.2

Bald nach der Mitte der Finsternis geht der Mond um 16h 55m unter.

9) **Sonne.**

Sonntag	Sternzeit f. den mittl. Berl Mittag	Zeitgleichung mittl. — wahre Z.	Aufgang für Berlin	Untergang für Berlin
Juli 2	6h 39m 16.3s	+ 3m 39.7s	3h 50m	8h 29m
9	7 6 52.2	+ 4 52.8	3 56	8 26
16	7 34 28.1	+ 5 45.6	4 3	8 19
23	8 2 4.0	+ 6 13.6	4 13	8 11
30	8 29 39.9	+ 6 14.4	4 23	8 0
August 6	8 57 15.7	+ 5 46.0	4 34	7 48
13	9 24 51.6	+ 4 47.7	4 45	7 35
20	9 52 27.5	+ 3 22.3	4 57	7 21
27	10 20 3.4	+ 1 34.0	5 9	7 5
Sept. 3	10 47 39.2	— 0 32.6	5 20	6 49
10	11 15 15.1	— 2 53.5	5 32	6 33
17	11 42 51.0	— 5 20.9	5 44	6 16
24	12 10 26.8	— 7 48.6	5 56	6 0
Okt. 1	12 38 2.7	— 10 8.9	6 7	5 43

Die totale Sonnenfinsternis des 29.—30. August 1905 ist in Berlin als partielle Finsternis sichtbar. Am 30. August tritt hier um 1h 9.8m der Mond an den rechten Sonnenrand heran, zieht über den unteren Teil der Sonnenscheibe hinweg, von der er im Maximum $^{85}/_{100}$ verdeckt und verläfst sie um 3h 23.1m in der Mitte des linken unteren Quadranten. Genaueres über die Finsternis finden die Leser im August-Heft.



Verzeichnis der der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.

Adikes, E., Charakter und Weltanschauung. Akademische Antrittsrede, gehalten am 12 Jan. 1905. Tübingen, J. C. B. Mohr, 1905.

Annalen der Kaiserlichen Universitäts-Sternwarte in Strafsburg. Herausgegeben von E. Becker. Dritter Band. Annex A-B-C. Karlsruhe, 1904.

Annuaire Astronomique de l'observatoire royal de Belgique. Publié par les soins de L. Niesten. 1901—1905.

Annuaire pour l'an 1905. Publié par le bureau des longitudes. Paris, Gauthier-Villars.

Astronomischer Jahresbericht. Mit Unterstützung der Astronomischen Gesellschaft herausgegeben von Walter F. Wislicenus. VI. Band enthaltend die Literatur des Jahres 1904. Berlin, Georg Reimer, 1905.

Astronomischer Kalender für 1905. Herausgegeben von der k. k. Sternwarte zu Wien. Karl Gerolds Sohn, 1905.

Aufsefs, O., Die physikalischen Eigenschaften der Seen. Mit 36 eingedruckten Abbildungen. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1905.

Balfour, A. J., Unsere heutige Weltanschauung. Einige Bemerkungen zur modernen Theorie der Materie. Leipzig, Joh. Ambrosius Barth, 1904.

Bauer, H., Chemie der Kohlenstoffverbindungen. I. u. II. Teil: Aliphatische Verbindungen. III. Teil: Karbocyklische Verbindungen. IV. Teil: Heterocyklische Verbindungen. (Sammlung Göschen). Leipzig, Göschenscher Verlag, 1904.

Beckenhaupt, C., Die Urkraft im Radium und die Sichtbarkeit der Kraftzustände. Heidelberg, Carl Winter, 1904.

Bergens Museum. Aarsberetning for 1903/1904. Bergen, 1904.
— Aarbog 1904 u. 1905. Udgivet af J. Brunchorst. Bergen, 1905.

Bölsche, Wilhelm, Von Sonnen und Sonnenstäubchen. Kosmische Wanderungen. Volksausgabe. Berlin, Georg Bondi, 1904.
— Der Stammbaum der Tiere. Stuttgart, Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde.

Bruhns, W., Kristallographie. Mit 190 Abbildungen. (Sammlung Göschen.) Leipzig, Göschenscher Verlag, 1904.

Bucherer, A. H., Mathematische Einführung in die Elektronentheorie. Mit 14 Figuren im Text. Leipzig. B. G. Teubner, 1904.

Conwentz, H., Die Gefährdung der Naturdenkmäler und Vorschläge zu ihrer Erhaltung. Berlin, Gebrüder Bornträger, 1904.

David, L., Ratgeber für Anfänger im Photographieren, Halle a. S., Wilh. Knapp, 1904.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.

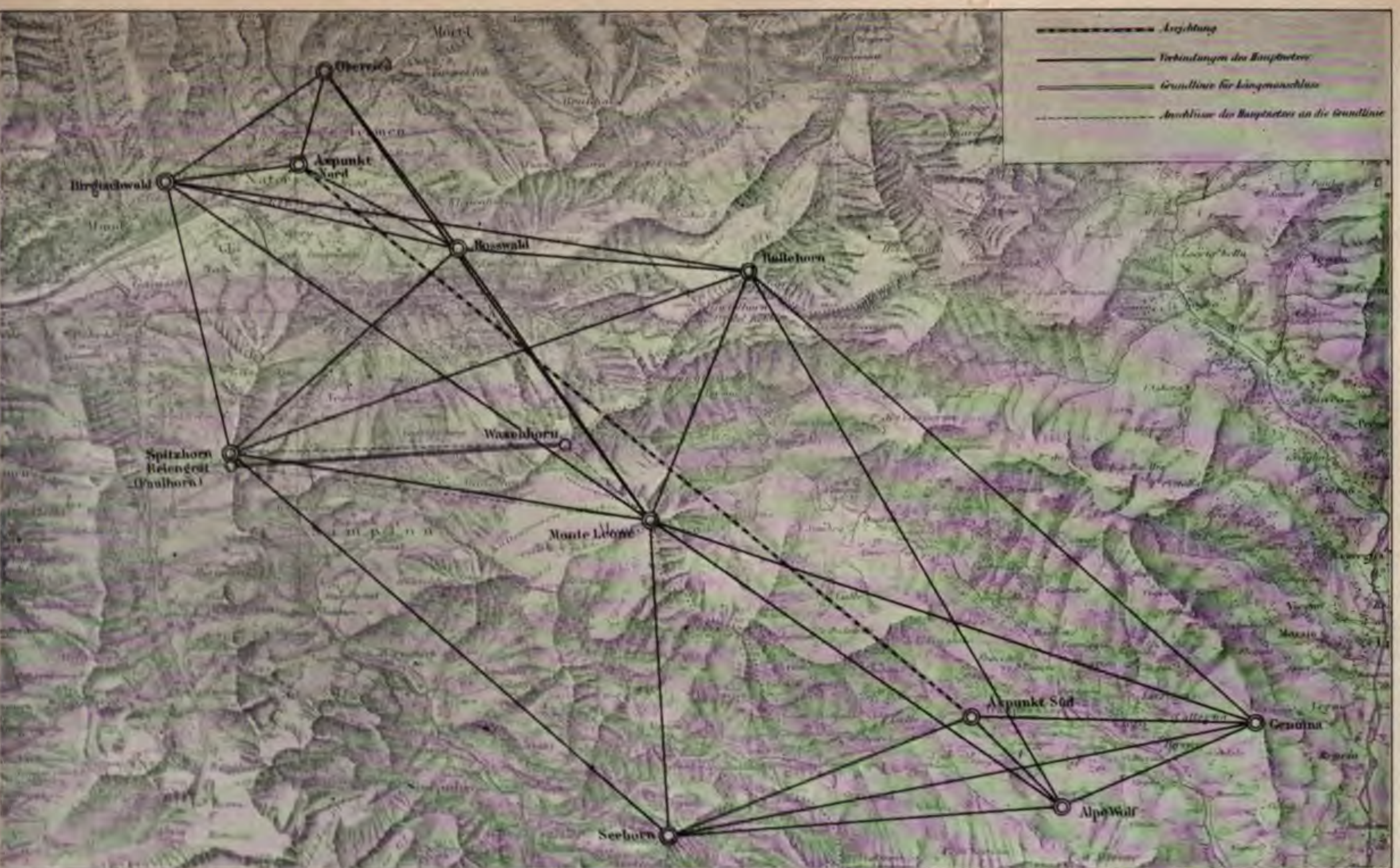


Fig. 2. **Dreiecksnetz für die Richtungsbestimmung des Simplontunnels.**



Die Vermessungs- und Absteckungs-Arbeiten für den Simplon-Tunnel.

Von Professor Dr. C. **Koppe** in Braunschweig.

Am 2. April d. J. fand im Simplon-Tunnel die feierliche Öffnung der Abschlufstüren statt und zugleich das offizielle Fest des allen Schwierigkeiten und Hemmnissen zum Trotz glücklich vollendeten Stollendurchschlages, der die Vereinigung der Nord- und Südseite herbeiführte und die Durchführbarkeit des grofsen Unternehmens sicher stellte. Der Präsident der Baugesellschaft für den Simplon-Tunnel, Ed. Sulzer-Ziegler, hob in seiner Festrede hervor: „In der Schwere der Aufgabe haben sich alle diejenigen getäuscht, die berufen waren, den Simplon-Tunnel der Verwirklichung entgegenzuführen; sie war zeitweise so schwer, dafs wir erliegen zu müssen glaubten. Niemand hat ahnen können, dafs sie so viel schwieriger sich gestalten würde, als die Erfahrungen am Mont-Cenis und Gotthard voraussehen liefsen. Aber in einem Punkte sind wir nicht enttäuscht: Unser Bauprogramm und seine neuen Methoden haben gehalten, was wir davon erwarteten und darüber hinaus! Dem viel stärkeren Feinde gegenüber haben in technischer Beziehung unsere Kräfte nicht versagt; wir können mit Selbstvertrauen aus dem Kampfe heraustreten. Es darf ja wohl ausgesprochen werden, dafs mit den alten Baumethoden oder mit irgendeiner anderen der neu vorgeschlagenen die Schwierigkeiten nicht besiegt worden wären und der Bau mit einer Katastrophe geendigt hätte!"

Es bildet somit unzweifelhaft die Simplon-Durchbohrung, von welcher der Urania-Vortrag: „Der Simplon und sein Gebiet", in

seinem ersten Teile eine anschauliche Vorstellung geben soll, einen epochemachenden Fortschritt auf dem Gebiete der Ingenieur-Baukunst. Der Zweck der folgenden Zeilen ist es, den hierbei erforderlichen Vermessungsarbeiten gerecht zu werden, die in jeder Hinsicht der Gröfse der Aufgabe entsprochen haben. Ingenieur Rosenmund, Professor am eidgenössischen Polytechnikum in Zürich, welcher die Festlegung und Absteckung der Achse des Simplon-Tunnels ausführte, stützte sich naturgemäfs auf die Arbeiten und Erfahrungen seiner Vorgänger am Mont-Cenis und Gotthard, aber der weitere Fortschritt dem letzeren gegenüber geht schon unmittelbar daraus hervor, dafs man zur Festlegung der Gotthardtunnelachse noch zwei unabhängige Dreiecksmessungen über das Gebirge für notwendig hielt, am Simplon aber mit einer solchen Dreieckskette sich begnügte, da man die durch sie erreichte Sicherheit der Achsenfestlegung für ausreichend erachtete. Die Absteckung der Tunnelachse im Innern des Gebirges wurde am Simplon durch das Bausystem des Doppeltunnels wesentlich erleichtert, da die durch dasselbe ermöglichte ausgiebige Ventilation und Lufterneuerung eine Reinheit und Durchsichtigkeit der Tunnelluft herbeiführten, die man bei den älteren Bauausführungen nicht angenähert erreicht hatte und erreichen konnte. Aber auch im Simplon-Tunnel fehlte es bei den Absteckungsarbeiten nicht an Schwierigkeiten, da er alle seine Vorgänger an Länge, Höhe der Gesteinstemperatur, Wasserandrang usw. übertrifft und dazu abnorme Refraktions-Erscheinungen zeigte.

I. Bestimmung der Absteckungs-Elemente.

Wenn ein Tunnel gebaut werden soll, so ist es zunächst Aufgabe der leitenden Bauingenieure, seine vorteilhafteste Lage in der Natur auszuwählen und seine beiden Endpunkte an Ort und Stelle zu bezeichnen. Angenommen, dies sei durch beiderseits eingeschlagene Pfähle, aufgestellte Signalstangen usw. geschehen. Dann mufs der Vermessungs-Ingenieur die gerade Verbindungslinie zwischen dem Tunnelanfangspunkte und dem Tunnelendpunkte oder, genauer gesagt, die durch diese beiden Punkte gelegte Vertikalebene so scharf ermitteln und festlegen, dafs man in ihr von beiden Seiten des Gebirges aus mit der Tunnelbohrung vorgehen und sicher sein kann, im Berginnern genau zusammen zu treffen. Zu diesem Zwecke sind für die „Achse" des Tunnels drei Bestimmungen notwendig, d. i. ihre Richtung, Länge und Höhenlage. Diese 3 Bestimmungsstücke bilden die Absteckungs-Elemente für jeden Tunnelbau, und von ihrer

genauen Ermittelung hängt naturgemäfs in erster Linie die Genauigkeit der weiteren Absteckungsarbeit ab. In der Regel wird der Tunnel von beiden Seiten mit etwas Steigung gegen das Berginnere vorgetrieben, um eindringendem oder bei der Bohrung eingeführtem Wasser einen natürlichen freien Abflufs zu gestatten. Der Grad der Steigung hängt von geologischen, baulichen usw. Rücksichten ab und wird andererseits durch den Höhenunterschied der beiden Tunnelendpunkte bedingt. Dieser mufs durch ein geometrisches Nivellement, welches den über das Gebirge führenden Strafsen folgen kann, ermittelt werden, was in der Regel keine besonderen Schwierigkeiten

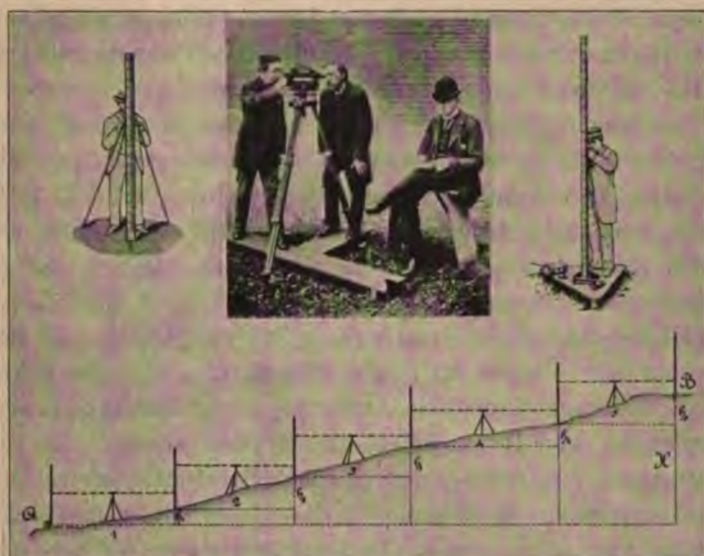


Fig. 1. **Längen-Nivellement.**

verursacht. Die Genauigkeit des Nivellierens mit den neuen Präzisionsinstrumenten, guten Wasserwagen, genauen Lattenvergleichungen usw. ist eine verhältnismäfsig sehr grofse. Auf eine Entfernung von 50 km, d. i. in runder Zahl die Länge der Strafse zwischen den Tunnelmündungen bei Brig und bei Isella zu beiden Seiten des Simplons, darf der mittlere Fehler des Höhenunterschiedes der Endpunkte bei einem Präzisionsnivellement noch nicht 3 cm betragen, und eine solche Genauigkeit ist für den praktischen Tunnelbau mehr wie ausreichend. Im XI. Bande, Jahrgang 1898 dieser Zeitschrift, ist in einer Abhandlung: „Die Erd- und Länder-Vermessung und ihre Verwertung" auch das Nivellieren eingehender besprochen und durch

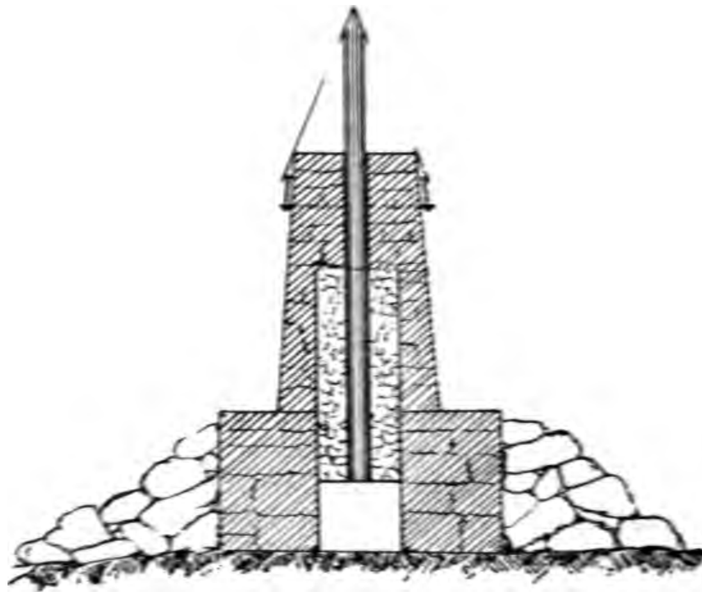
umstehende (Fig. 1) veranschaulicht worden. Die durch ein feines Fadenkreuz bezeichnete Absehlinie des Fernrohrs wird mit Hilfe einer sehr empfindlichen Wasserwage genau horizontal gestellt und erst auf die eine, dann auf die andere der beiden lotrecht gehaltenen Nivellierlatten gerichtet, welche von zwei Gehilfen auf den Punkten aufgehalten werden, deren Höhenunterschied ermittelt werden soll. Dieser Höhenunterschied ist jeweils gleich der Differenz der Lattenablesungen bei horizontaler Fernrohrvisur. Teilt man eine ganze einzunivellierende Strecke A—B, welche nicht aus einer Instrumentenaufstellung übersehen werden kann, in Unterabteilungen von passender Länge und wiederholt für jede einzelne derselben die gleiche, eben beschriebene Nivellierung, so erhält man durch Addition der so gefundenen einzelnen Höhenunterschiede auch den Gesamt-Höhenunterschied von A und B. Bei den Präzisionsnivellements werden die Zielweiten stets nahe gleich lang und nicht zu grofs genommen, nur günstige Witterungsverhältnisse benutzt, Instrumente und Latten genau geprüft, das Einsinken beider während der Aufstellung und Beobachtung tunlichst vermieden, kurz die gröfsten Vorsichtsmafsregeln angewendet, um die genauesten Resultate zu erzielen. In allen Kulturstaaten sind solche Präzisionsnivellements zur grundlegenden Höhenbestimmung für Erd- und Land-Messungen seit längerer Zeit ausgeführt, und auch in der Schweiz war bereits im Jahre 1870 im Auftrage der schweizerischen geodätischen Kommission vom Ingenieur Schönholzer über den Simplonpafs von Brig nach Isella nivelliert worden. Drei Jahre später wurde zur Kontrolle das gleiche Nivellement zwischen den beiden Höhenpunkten in Brig und Isella wiederholt, wobei sich eine Abweichung von 12 cm ergab. Zu jener Zeit waren die Nivellements noch nicht so genau wie einige Jahrzehnte später, weil man die verschiedenen Fehlereinflüsse, namentlich die Veränderlichkeit der Nivellierlatten, noch nicht so genau kannte und unschädlich zu machen verstand. Als dann der Bau des Simplon-Tunnels gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts zur Tat wurde, beschlofs das eidgenössische topographische Bureau, ein drittes Nivellement über den Simplonpafs vornehmen zu lassen, und übertrug seine Ausführung den Ingenieuren H. Frey und Dr. J. Hilfiker. Die beiderseitigen Ergebnisse stimmten unter sich bis auf 2 cm überein, so dafs nunmehr sowohl in Brig wie in Isella je ein Höhenfestpunkt mit aller erreichbaren Genauigkeit bestimmt war. Von diesen ausgehend wurde dann weiter nivelliert bis zu den beiden Tunneleingängen und deren Höhenunterschied zu 52,439 m ermittelt, sowie durch fest fundierte Bronzebolzen dauernd

versichert. Der Bolzen auf der Nordseite hat die Höhe von 685,771 m, derjenige auf der Südseite die Höhe von 633,332 m über dem Meere. Von der Briger Seite steigt der Tunnel mit 2 pro Mille, von Isella aus mit 7 pro Mille gegen die Mitte, woselbst eine Horizontale von 500 m Länge eingeschaltet ist. Durch vorstehende Messungen und Bestimmungen war das eine der drei Absteckungs-Elemente für den Tunnel, seine Höhenlage, genau festgelegt und durch die Bronzebolzen an den beiden Eingängen zugleich dafür gesorgt, bei der Bauausführung durch Kontrollnivellements von diesen in den Tunnel hinein die richtige Innehaltung der Höhenbestimmungen leicht und sicher durchführen zu können.

Die beiden anderen Absteckungselemente, die Richtung und Länge der Tunnelachse, wurden am Simplon wie am Gotthard auf indirektem Wege ermittelt. Wenn man in einem Dreiecke eine seiner Seiten und die Winkel mifst, so kann man aus diesen Stücken die Längen der beiden anderen Dreiecksseiten berechnen. Setzt man dann an eine derselben ein weiteres Dreieck, so hat dies eine bekannte Seite, und es genügt die Messung seiner Winkel zur Bestimmung der beiden anderen Seiten. An das zweite Dreieck kann man in gleicher Weise ein drittes anfügen, an dieses ein viertes und so fort. In dem so gebildeten Netze von Dreiecken sind dann nicht nur sämtliche Seitenlängen bekannt, sondern es lassen sich auch leicht die Entfernungen von zwei beliebigen Ecken des Dreiecksnetzes berechnen, welche nicht direkt durch eine Dreiecksseite verbunden sind, z. B. auch die Länge der geraden Verbindungslinie zwischen der ersten und letzten Ecke, welche den Anfangspunkt und den Endpunkt eines Tunnels bilden können. Dabei ist es an sich offenbar gleichwertig, ob man eine Seite des Dreiecksnetzes „direkt" gemessen oder im Anschlusse an ein anderes, bereits bekanntes Dreiecksnetz, z. B. dasjenige einer Landesvermessung, ermittelt hat.

Das Dreiecksnetz für den Simplontunnel zeigt Fig. 2 (s. Titelblatt). Die Signale Brig und Isella sind nicht die unmittelbaren Tunneleingänge, sondern sie sind in passenden Abständen diesen gegenüber in der verlängerten Tunnelachse errichtet. Die genaue Lage der letzteren soll zwar erst durch die Messungen bestimmt werden, aber ihre ungefähre Richtung ist meist nahe genug bekannt oder unschwer so weit festzustellen, wie die Errichtung der Signale dies erfordert, denn eine geringe seitliche Verschiebung der Tunneleingänge ist beim Beginne des Baues praktisch ganz ohne Bedeutung, und als Tunnelrichtung gilt hier mit aller Schärfe die gerade Verbindungslinie der beiden Signale „Achspunkt

Nord- und Achspunkt Süd. Von ersterem aus sind die drei Signale Birgischwald, Oberried und Rofswald sichtbar und mit ihm durch Dreiecke verbunden. An die Seite Birgischwald-Rofswald schliefst sich das Dreieck zwischen diesen beiden Punkten und dem Signale Spitzhorn, dann folgen die Dreiecke mit den Signalen Monte Leone, Hüllehorn, Seehorn, Alpe Wolf und Gemmia, an welche letzteren dann der Achspunkt Süd angeschlossen ist. In der so gebildeten Dreieckskette hat jedes Dreieck mit einem Nachbardreiecke eine



1 : 30

Fig. 3a

Seite gemeinsam, aufserdem sind aber zwischen den Ecken des Netzes auch noch andere Verbindungslinien gezogen bezw. gemessen worden, wodurch das Netz in sich versteift und befestigt wird. Alle zu diesem „Hauptnetze" gehörigen Dreiecksseiten sind in der Fig. 2 stark ausgezogen. Keine von ihnen war ihrer Länge nach bekannt. Durch die schweizerische Landestriangulation war aber die Entfernung der Signale Wasenhorn-Peterhorn, Faulhorn bestimmt worden, welche in der Figur durch eine Doppellinie verbunden sind. Durch die gestrichelten Linien schlofs Professor Rosenmund diese ihrer Länge nach bekannte Dreiecksseite an sein Dreieck Spitzhorn-Rofswald-Monte Leone an, dessen Seiten er aus ihr dann berechnen konnte.

Damit liefsen sich weiter alle Dreiecksseiten seines Hauptnetzes und auch die Entfernung Achspunkt Nord-Achspunkt Süd durch Rechnung bestimmen. Dieselbe ergab für die

Länge zwischen Achspunkt Nord und Achspunkt Süd	20 091,33 m
Es wurde direkt gemessen der Abstand des	
Achspunktes Nord bis zum Tunnelportal	317,78 „
Achspunktes Süd „ „ „	44.84 „
Summa	362,62 m



Fig. 3 b.

Zieht man diese Summe der Signalabstände der beiderseitigen Tunneleingänge von obiger Länge ab, so bleibt:

Länge des Simplontunnels = 19 728,71 m,

und zwar berechnet für eine mittlere Meereshöhe von 700 m.

Das dritte Absteckungselement, die „Richtung" der Tunnelachse, ist bei einem langen Alpentunnel am mühsamsten und schwierigsten mit ausreichender Genauigkeit festzulegen. Wie wir gesehen haben, läfst sich der Höhenunterschied seiner beiden Endpunkte durch geometrische Präzisions-Nivellements unschwer bis auf wenige Zentimeter genau ermitteln. Die zehnfache Abweichung würde für die Bauausführung des Tunnels praktisch noch ohne Bedeutung

sein, da sie bei der Ausweitung des zunächst vorgetriebenen Richtstollens leicht ausgeglichen und unschädlich gemacht werden könnte. Der mittlere Fehler in der berechneten Länge des Simplontunnels beträgt nach Professor Rosenmund ± 0,8 m, wobei die Unsicherheit in der Länge der Anschlufsseite vornehmlich von Einflufs ist. Eine Abweichung der berechneten Tunnellänge von rund einem Meter ist aber für die Bauausführung des Tunnels ganz ohne Belang. Nach Fertigstellung des Tunnels kann seine Länge direkt gemessen werden, während der Bohrung aber ist eine genaue Längenmessung sehr mühsam und zeitraubend. Bei einem täglichen Fortschritte der Bohrung von mehreren Metern wird es sich schliefslich nur darum handeln, ob man einige Stunden früher oder später zusammentrifft.

Anders bei der Tunnelrichtung. Auf eine Länge von 20 km entspricht der Winkelabweichung von einer Minute, welche im allgemeinen für technische Zwecke als Winkelgenauigkeit ausreicht, eine Querverschiebung von rund 6 m. Ein Zehntel dieses Betrages oder 0,1 Minute Winkelabweichung würde noch keine ausreichende Genauigkeit gewähren, vielmehr wird man der Sicherheit halber bestrebt sein, die Tunnelrichtung mit weit gröfserer Schärfe festzulegen. Das ist aber in Anbetracht der Unbilden des Hochgebirges, seines Klimas und seiner Terrainschwierigkeiten nicht ganz leicht, weshalb die scharfe Bestimmung der Tunnelrichtung als schwierigster und mühsamster Teil der Vermessungsarbeiten für den Simplontunnel etwas eingehender behandelt werden soll.

Von der „direkten“ Absteckung einer Versuchslinie über das die beiden Tunnelmündungen trennende Gebirge hinweg und einer sukzessiven Verlegung bezw. Verbesserung derselben, bis sie die verlangte Lage hat, mufste am Simplon wegen der Terrainschwierigkeiten von vornherein abgesehen werden. Am Mont Cenis war dies Verfahren noch möglich gewesen und auch angewendet worden, am Gotthard aber bereits die Richtungsbestimmung durch Dreiecksmessungen an seine Stelle getreten. Auch am Simplon benutzte Professor Rosenmund zur Festlegung der Tunnelachse ein Dreiecksnetz und zwar dasselbe, welches wir in Fig. 2 bereits kennen gelernt haben. Für die Richtungsbestimmung kommt der Längenfehler der Anschlussseite gar nicht in Betracht, sondern nur die Genauigkeit der Winkelmessung. Letztere mufste mit der gröfsten erreichbaren Schärfe ausgeführt werden, um den Anforderungen der Tunnelabsteckung zu genügen. In erster Linie kam der Bau der Signale in Betracht, die auf allen Bergspitzen und Dreieckspunkten so auszuführen waren, dafs

sie eine sichere Aufstellung des Theodoliten und eine scharfe Anvisierung von anderen Signalen gewährleisteten. Professor Rosenmund gab denselben zu diesem Behufe die in Fig. 3a schematisch dargestellte Form und Einrichtung, während Fig. 3b sie photographisch vorführt. Ein mit Zementmörtel aufgemauerter, konischer Beobachtungspfeiler hat als Achse eine Eisenröhre, deren oberer Rand in der Oberfläche des Pfeilers liegt. In diese Röhre wurde zu ihrer Verlängerung eine hölzerne Stange lotrecht gesteckt und dann über deren Spitze ein kegelförmiger Blechhut gestülpt, der seinerseits



Fig. 4. **Tunnelanfang und Achspunkt auf der Südseite. Portal des Richtstollens bei Isella.**

mit vier eisernen Bolzen fest am Pfeiler verschraubt werden konnte. Die Spitze des ganz symmetrisch geformten Blechhutes entspricht dem Zentrum des Beobachtungspfeilers und konnte von anderen Dreieckspunkten scharf anvisiert werden. Sollte auf dem Signale selbst beobachtet werden, so wurde der Blechhut abgehoben, die Holzstange herausgenommen und der Theodolit zentrisch über die Mitte des Eisenrohres auf den Beobachtungspfeiler gestellt, der eine sehr solide Unterlage bildete. Elf solcher Bergsignale wurden von Professor Rosenmund in der Zeit vom 17. Juni bis zum 11. Juli 1898 errichtet. Die Schlucht der Diveria unterhalb Isella gegenüber dem Tunneleingange ist so eng, dafs für den Achspunkt Süd (Fig. 4) durch Spreng-

arbeiten erst Platz geschaffen werden mufste, und dieser mit knapper Not zur Bildung des in Fig. 2 dargestellten Dreiecksnetzes ausreichte.

Auf diesen Signalen wurden in den folgenden Sommer- und Herbstmonaten des gleichen Jahres die sämtlichen Dreieckswinkel vom Professor Rosenmund gemessen und zwar, damit die Genauigkeit eine möglichst gleichmäfsige wurde, entsprechend der Beobachtungsart, die vom General Schreiber erstmals bei den Triangulationsarbeiten der preufsischen Landesaufnahme eingeführt worden ist. Als Genauigkeitsmafs hatte Prof. Rosenmund diejenige eines 48mal direkt gemessenen Winkels festgesetzt. Nachdem die Winkelmessung beendigt war, ergab die Zusammenstellung der Dreiecke gegenüber ihrem Sollwerte von je 180° + sphärischer Exzefs aber weit gröfsere Abweichungen, als nach der Genauigkeit der ganzen Arbeit erwartet werden mufste. Es betrugen in 11 Dreiecken die Abschlufsfehler mehr als 4 Sekunden, in einem derselben stieg die Abweichung sogar auf 8,5 Sekunden. Dabei zeigte sich zugleich, dafs die gröfsten Abweichungen durchweg auf die Dreiecke mit „steilen“ Visierlinien fielen. Da eine Wiederholung der Winkelmessung in diesen letzteren Dreiecken trotz aller darauf verwendeten Sorgfalt die Resultate nicht günstiger gestaltete, vielmehr die gefundenen Abweichungen nur bestätigte, so lag die Vermutung nahe, dafs diese Abweichungen durch Einwirkung der Massenanziehung auf die Lotrichtungen der betreffenden Stationen verursacht worden waren. Mit dieser Lotabweichung hat es folgende Bewandtnis Bei der Winkelmessung mufs der Theodolit zunächst horizontiert werden. Dies geschieht in der Art, dafs seine zum horizontalen Teilkreise rechtwinklige Umdrehungsachse normal zu dem von der Wasserwage angezeigten Horizont gestellt wird, d. h. genau lotrecht. Dann ist der Teilkreis horizontal und das Fernrohr des Theodoliten beschreibt eine vertikale Ebene, wenn man es um seine horizontale Drehachse auf- und abbewegt. Jede dieser Visierebenen steht dann senkrecht auf dem Horizonte der Station. Auf dieser Eigenschaft des Theodoliten beruht die direkte Messung von Horizontalwinkeln, d.h. derjenigen Winkel, welche die Projektionen der anvisierten Richtungen auf den Horizont miteinander einschliefsen. Steht die Umdrehungsachse des Theodoliten nicht genau lotrecht, so ist die Visierebene des Fernrohrs auch nicht eine vertikale, sondern eine um ebensoviel von dieser abweichende Ebene, und die mit dem Fernrohre anvisierten Punkte werden dann nicht lotrecht, sondern schräg auf den Horizont projiziert. Der hierdurch entstehende Fehler wird um so gröfser, je stärker die Achse vom

Lote abweicht und je steiler die Visur ist. Nur für Signale im Horizonte selbst ist keine Abweichung vorhanden. — Jede ruhende Flüssigkeit stellt sich unter der Einwirkung der Schwerkraft normal zu deren Richtung, im allgemeinen also horizontal; hierauf beruht der Gebrauch der Libelle zum Horizontieren. Befindet sich auf ihrer einen Seite eine hohe Gebirgsmasse, auf der anderen eine ausgedehnte Ebene, so wird die Wasserwage sich anders einstellen, als wenn das Gebirge nicht vorhanden wäre, und ihre Oberfläche wird gegen das Gebirge zu etwas gehoben sein, da die Schwererichtung durch die Anziehung der Gebirgsmassen zu diesen hingezogen, also aus der normalen Lotrichtung etwas abgelenkt wird. Horizontiert man auf einer solchen Station den Theodoliten mit Hilfe seiner Libellen, so steht seine Umdrehungsachse naturgemäfs in der abgelenkten Lotrichtung, und die Projektionen der anvisierten Richtungen auf den Horizont werden aus demselben Grunde fehlerhaft werden, als wenn auf einer nicht durch Massenanziehung und Lotablenkung beeinflufsten Station die Umdrehungsachse des Theodoliten nicht lotrecht gestanden hätte. Dieser Lotablenkungseinflufs auf die Winkelmessung wird seinerseits um so gröfser werden, je beträchtlicher die Lotablenkung an sich und je steiler die Visur nach dem betreffenden Signale ist. Die Lotablenkungen selbst können erfahrungsgemäfs Beträge bis zu 50 Bogensekunden erreichen. Sie sind im allgemeinen dort am gröfsten, wo mächtige Gebirgsmassen steil aus tiefen Meeren emporsteigen, aber auch innerhalb weiter Ebenen kommen nicht unbeträchtliche Lotablenkungen vor, die offenbar in unregelmäfsiger Massenlagerung im Innern der Erde ihren Grund haben, während bisweilen in grofsen Gebirgen auffallend kleine Lotablenkungen beobachtet wurden, was dann auf Massendefekte unter ihnen schliefsen läfst. In der Schweiz entsprechen die beobachteten Lotablenkungen sehr nahe der sichtbaren Form und Lagerung der Gebirgsmassen, wie durch Vergleichung astronomischer und geodätischer Messungen geschlossen werden konnte. Prof. Rosenmund glaubte daher mit Recht, auch seine Winkelmessungen durch Berechnung der Massenanziehung der umliegenden Berge von dem Einflusse der Lotablenkungen befreien zu können. Die in Betracht kommenden Bergmassen konnten nach der topographischen Karte der Schweiz in ihrer Lage zu den einzelnen Signalen und Beobachtungsstationen bestimmt werden. Da die Massenanziehung mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt, brauchten nur die nächstgelegenen Gebirgsmassen genauer berechnet zu werden. Prof. Rosenmund dehnte seine Berechnungen bis auf Entfernungen von rund 30 km aus und fand für seine

Dreieckspunkte folgende Lotablenkungen, deren Richtungen aus den beigefügten Azimuten zu erkennen sind.

Station:	Lotablenkung:	Azimut:
Achspunkt Nord	13,9"	248° 26'
Sign. Oberried	19,1"	195° 12'
„ Birgischwald . . .	16,4"	188° 5'
„ Rofswald	23,6"	262° 56'
„ Spitzhorn	17,5"	314° 18'
„ Monte Leone . . .	0	0
„ Hüllehorn	8,2"	244° 3'
„ Seehorn	5,6"	75° 28'
„ Alpe Wolf	11,4"	36° 46'
„ Genuina	9,1"	192° 3'
Achspunkt Süd.	5,8"	139° 11'

Da für die Berücksichtigung ihres Einflusses auf die Richtung der Tunnelachse nur die relativen Lotstörungen in Betracht kommen, so wurde Monte Leone als störungsfrei angenommen und dann für jede beobachtete Richtung die ihrer Neigung gegen den Horizont entsprechende Korrektion berechnet, um die normalen Projektionswerte bilden zu können. Die so gefundenen Richtungsverbesserungen betrugen bis zu 5". Nach ihrer Berücksichtigung stimmten die Dreieckschlüsse weit besser mit den Sollwerten überein, und der gröfste Schlufsfehler verminderte sich von 8,5" auf nur wenig mehr als die Hälfte.

War durch dieses günstige Ergebnis das wirkliche Vorhandensein der Lotstörungen in einer der berechneten Massenanziehung nahe entsprechenden Gröfse schon sehr wahrscheinlich gemacht und ihre Berücksichtigung als gerechtfertigt zu betrachten, so wurde jeder Zweifel an der Richtigkeit des Verfahrens beseitigt, als die schweizerische geodätische Kommission eine Bestimmung der Lotablenkungen auf den beiden Stationen Achspunkt Nord und Achspunkt Süd durch astronomische Messungen vornehmen liefs, welche ein bis auf wenige Sekunden mit den Berechnungen übereinstimmendes Ergebnis lieferten.

Die Ausgleichung des ganzen Dreiecksnetzes mit den wegen Lotstörung verbesserten Winkeln lieferte dann die wahrscheinlichste Lage der Tunnelrichtung: Achspunkt Nord — Achspunkt Süd gegen die von diesen beiden Signalen ausgehenden Dreiecksseiten und zwar werden die Winkel auf (vergl. Fig. 2):

Achspunkt Nord	
Oberried-Achsrichtung . . .	117° 39' 32,46"
Rosswald-Achsrichtung . . .	13° 13' 28,91"
Achsrichtung-Birgischwald .	131° 59' 4,33"
Achspunkt Süd	
Seehorn-Achsrichtung . . .	64° 20' 34,37"
Achsrichtung-Genuina . . .	140° 36' 11,75"
Achsrichtung-Alpe Wolf . .	177° 49' 45,65"

Jeder dieser Winkel kann auf dem betreffenden Achspunkte zur Angabe der Tunnelrichtung benutzt werden, indem man den dort auf-

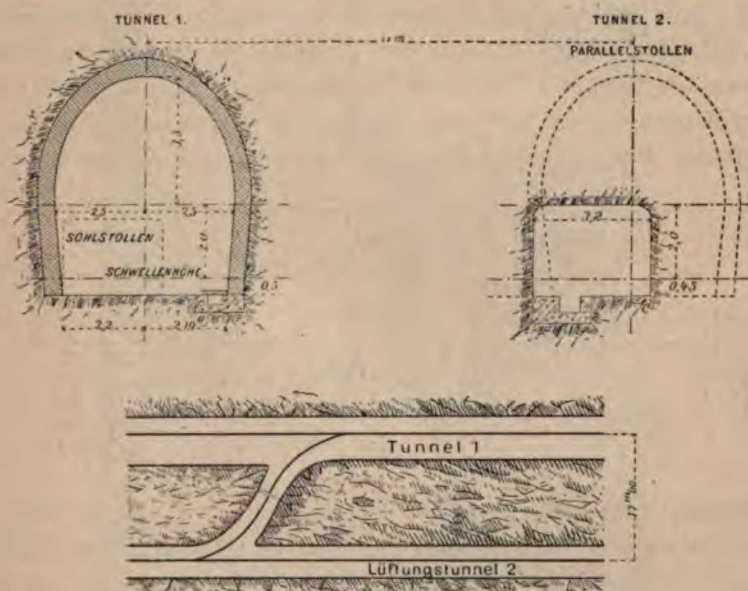


Fig. 5.

gestellten Theodoliten auf das betreffende Signal, z. B. „Oberried" einstellt und um den Winkel — in diesem Falle 117° 39' 32,46" — dreht. Dann befindet sich die Visierebene des Fernrohrs in der durch die Tunnelachsrichtung gelegten Vertikalebene und bei passender Neigung gegen den Horizont seine Absehlinie in der Tunnelachse selbst.

Mit welcher Genauigkeit ist nun diese Richtung der Tunnelachse festgelegt, vorausgesetzt, dafs obiger Winkel genau um seine berechnete Gröfse abgesetzt wird? Die Ausgleichung des ganzen Dreiecksnetzes ergab, dafs die Dreiecksseiten im Mittel bis auf ± 0,9", die Tunnelachse selbst bis auf ± 0,7" festgelegt waren. Dies

ist selbstredend nur ein theoretisches Rechnungsresultat: es zeigt aber mit voller Sicherheit, wie genau Professor **Rosenmund** gearbeitet hat, denn wenn es praktisch möglich wäre, die Tunnelachse, seiner Berechnung entsprechend, **ganz fehlerfrei** abzustecken, so wäre eine Abweichung von kaum ± 5 cm auf die Länge des Simplon-Tunnels zu befürchten. Diesem Rechnungsergebnisse wird man sich naturgemäfs bei der Absteckung selbst nur nähern können, um so mehr, je genauer die Absteckungsarbeiten für die Tunnelachse im Innern des Berges ausgeführt werden.

Zur Erleichterung derselben wurden auf den beiden Achspunkten „Nord“ und „Süd“ einfache Observatorien errichtet, und ihnen gegenüber feste Marken zur sicheren und bequemen Einstellung der Tunnelrichtung bei Tag und bei Nacht an der Bergwand über den Richtstollen-Eingängen angebracht. Durch sehr zahlreiche, unter verschiedenen Witterungsverhältnissen vorgenommene Messungen der

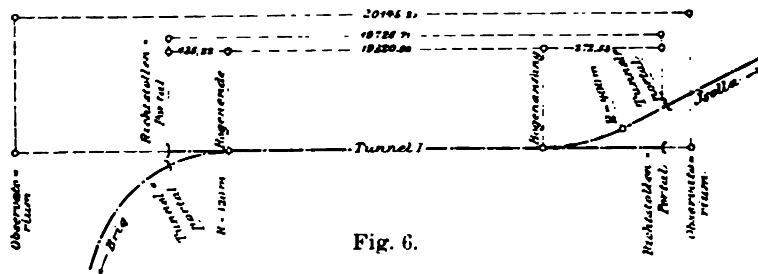


Fig. 6.

3 für jeden Achspunkt in Betracht kommenden Winkel zwischen den 3 von ihm aus sichtbaren Signalen und der berechneten Tunnelrichtung wurden von Prof. **Rosenmund** die Tunnelmarken nach und nach mit der äufsersten erreichbaren Schärfe in die beiderseitige Richtung der Tunnelachse gebracht und dort dann unveränderlich festgelegt. Damit war auch das dritte Absteckungselement, die „**Richtung**“ der Tunnelachse, mit der gröfsten Genauigkeit oberirdisch bestimmt und festgelegt. Die weitere Aufgabe bestand in der richtigen Übertragung aller 3 Absteckungselemente, Höhe, Länge und Richtung, in das Innere des Berges während der Bohrung bis zum Zusammentreffen der Stollenörter in der Tunnelmitte.

II. Vermessungs- und Absteckungs-Arbeiten im Tunnel beim Bau.

Seither ist nur von einem ganz „**geradlinigen**“ Tunnel die Rede gewesen, und in der Tat kommt für die Bestimmung der

Absteckungselemente auch nur ein solcher in Betracht. Der Simplon-Tunnel ist bekanntlich als „Doppeltunnel“ ausgeführt worden, indem man gleichzeitig zwei Stollen vortrieb, den einen parallel dem anderen in einem Abstande ihrer Achsen von 17 m. Zur Verbindung beider wurden alle 200 m Längenabstand (Fig. 5) Querschläge ausgebrochen, die nach Bedarf wieder geschlossen werden konnten. Zur Einmündung in das Tal der Rhone auf der Nordseite und in das Tal



Fig. 7. **Absteckungsinstrument.**

der Diveria auf der Südseite des Simplongebirges, die gegen die Tunnelrichtung nahezu rechtwinkelig verlaufen, mufsten an beiden Enden des sonst ganz geradlinigen Tunnels Kurvenstücke von einigen hundert Metern angefügt werden (Fig. 6). Der östliche Tunnelstollen, Stollen I oder auch Hauptstollen genannt, wurde aufserdem aber auch beiderseits ganz geradlinig durchgeführt, so dafs auf der Nordseite und auf der Südseite des Berges je 3 Stolleneingänge entstanden, von denen für die Absteckung der Haupttunnelachse nur die beiden Mundlöcher des geradlinigen Richtungstunnels (Fig. 6) in Betracht kommen,

denn wenn dieser richtig abgesteckt ist, so bereitet das Ansetzen des Paralleltunnels und der Kurven keine Schwierigkeiten. Auf den Einfluſs der Ventilation, die bei diesem Doppeltunnel eine kontinuierlich fortschreitende und sehr wirksame war, in Hinsicht auf die Absteckungsarbeiten werden wir bei Besprechung der „Refraktionserscheinungen“ zurückkommen.

Während des Baubetriebes im Tunnel sind Absteckungs- und Vermessungsarbeiten in gröſserer Ausdehnung in ihm nicht möglich. Provisorische Richtungs-, Höhen- und Längenangaben werden nach jeder Sprengung erforderlich, aber dieselben erfordern nur geringere Genauigkeit und sind für verhältnismäſsig kurze Strecken ausreichend. Sie werden kontrolliert und erhalten feste Ausgangspunkte für weitere provisorische Verlängerungen durch die Hauptabsteckungen, die jährlich zweimal vorgenommen zu werden pflegen. Für diese müssen alle Arbeiten im Tunnel zeitweise eingestellt und durch die Ventilation tunlichst klare und reine Luftverhältnisse herbeigeführt werden. Am Simplontunnel umfaſste jede solche Hauptabsteckung eine Kontrolle der provisorischen Längenmessungen Nivellements und Richtungsangaben, sowie die Herstellung neuer Festpunkte für alle 3 Absteckungselemente im Tunnel. In Abständen von je 200 m, jeweilig bei der Einmündung der Querschläge, waren Metallbolzen in der Sohle des Tunnels I angebracht, so nahe wie möglich in seiner Achse, die, genau eingemessen, dann als Fixpunkte für die weiteren Arbeiten dienten und während des Baubetriebes durch übergedeckte guſseiserne Kappen mit Deckel geschützt werden konnten. Bei jeder Hauptabsteckung fanden zwei Längenmessungen statt; die eine für die seit der letzten Hauptabsteckung weiter ausgebrochene Strecke mit guten Meſslatten, die andere im fertig ausgebrochenen und gewölbten Tunnel als Präzisionsmessung mit einem besonderen Längenmeſsapparate und im Anschlusse an die zuletzt bestimmten Festpunkte für die Längenzählung.

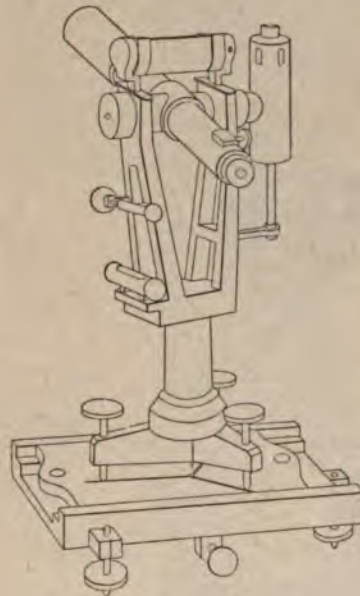


Fig. 8.

In analoger Weise wurden jedesmal zwei Nivellements ausgeführt, das eine für die neu ausgebrochene Stollenlänge bis vor Ort, das andere als Präzisionsnivellement für die seit der vorhergegangenen Hauptabsteckung hinzugekommene fertige Tunnelstrecke.

Bei den Richtungsabsteckungen wurde nicht wie bei den vorerwähnten Längen- und Höhenbestimmungen von dem zuletzt im fertigen Tunnel festgelegten Fixpunkte, sondern zunächst immer wieder



Fig. 9. **Absteckungsinstrument mit Schlittendreifufs für den Gotthardtunnel.**

vom Achspunkte im Observatorium ausgegangen, um tunlichst genaue Richtungseinweisungen zu erzielen. Zentrisch über der Mitte des Beobachtungspfeilers im Observatorium war ein gröfseres Absteckungsinstrument aufgestellt, welches in Fig. 7 abgebildet ist. Das Einvisieren und Einweisen eines Richtungspunktes im Tunnel geschah in folgender Weise: Das Fadenkreuz des Fernrohrs wurde auf die feste Richtungsmarke am Berge genau eingestellt und dann herabgekippt in die Tunnelachse. Über dem Fixpunkte im Tunnel, auf

dem die Lage der Achsrichtung ermittelt und markiert werden sollte, wurde eine Lampe aufgestellt, die nach telephonischer Anweisung des Beobachters im Observatorium so lange seitwärts verschoben ward, bis der Vertikalfaden des Fernrohrs ihre Flamme gleichmäſsig teilte. Der so erhaltene Achspunkt wurde markiert. Sodann wurde das Fernrohr durchgeschlagen, die Richtungsmarke von neuem eingestellt und die Lampe nochmals eingewiesen. Nachdem in solcher Weise je vier Richtungseinweisungen in jeder Fernrohrlage gegeben waren, wurde das Mittel aus 1—4 und 5—8 gebildet. Wichen diese Mittel



Fig. 10. **Vermessungsarbeiten im Tunnel.**

um weniger als 10 mm voneinander ab, so war der betreffende Achspunkt durch das Gesamtmittel aus allen acht Einweisungen genau genug bestimmt, anderenfalls wurde mit den Einweisungen fortgefahren, bis dieses Ziel erreicht war.

Solange es ohne Unzuträglichkeiten anging, wurden die Einweisungen in den Tunnel hinein direkt vom Observatorium aus gemacht. War dies nicht weiter tunlich, so wurde über dem zuletzt im Tunnel eingewiesenen Achspunkte an Stelle der dort eingewiesenen Lampe ein kleineres Absteckungsinstrument aufgestellt, als feste Achsmarke eine auf dem Pfeiler im Observatorium zentrisch aufgestellte

Lampe benutzt und mit durchgeschlagenem Fernrohr eine weiter im Innern des Tunnels aufgestellte Lampe in analoger Weise eingewiesen und so fort, indem das Absteckungsinstrument immer weiter in den Tunnel an Stelle der zuletzt eingewiesenen Lampe gebracht wurde und als feste Richtungsmarke eine an seinem eben verlassenen Platz gestellte Lampe diente. Auf jeder Tunnelseite befanden sich je zwei Absteckungsinstrumente gleicher Art, ein gröfseres, welches nur im Observatorium benutzt wurde, und ein etwas kleineres für den Gebrauch im Tunnel. Zur Aufstellung der Absteckungsinstrumente und Lampen im Tunnel sowie zu ihrer leichten und sicheren Zentrierung waren Schlittendreifüfse konstruiert worden (Fig. 8), ganz ähnlich denjenigen, die seinerzeit zum gleichen Zwecke im Gotthardtunnel gedient hatten (Fig. 9). Der Mitte des rechtwinkelig zur Tunnelrichtung verschiebbaren Schlittentellers entspricht das Zentrum der auf ihm befindlichen Lampe, an deren Stelle nach geschehener Einweisung direkt zentrisch das Absteckungsinstrument gesetzt wird. Als Unterlage dienten anstatt der Beobachtungspfeiler sehr solid gebaute Eisendreifüfse, die eine zuverlässige Aufstellung im Tunnel gestatteten (Fig. 10).

Der ganze Vorgang bei einer Hauptabsteckung dürfte am besten anschaulich werden durch Wiedergabe meiner direkten Aufzeichnungen bei Gelegenheit der ersten Hauptabsteckungen am Simplontunnel, denen ich beiwohnen konnte.

„Als ich am Morgen des ersten Ostertages 1899 den Installationsplatz bei Brig betrat, machte derselbe einen ganz eigenartigen Eindruck. An Stelle des geschäftig geräuschvollen Lebens und Treibens der vorhergehenden Tage herrschte tiefe Stille ringsum. Kein Arbeiter war auf dem weiten Raume sichtbar. Die Bureaus waren geschlossen, die Werkstättengebäude verlassen. Nur die Wasserpumpen arbeiteten zur Ventilation des Stollens durch die Strahlgebläse, und kräftige Rauchwolken stiegen aus dem Ventilationsschachte empor zum Zeichen der Tätigkeit desselben im Interesse der vorzunehmenden Hauptabsteckung im Tunnel. In der Frühe des Morgens waren die letzten Schüsse abgefeuert und gegen 6 Uhr vormittags dann alle Arbeiten eingestellt worden. Im Laufe des Vormittags wurde eine Längenmessung bis vor Ort vorgenommen und auch ein Nivellement bis zum letzten Querschlage bei etwa 550 m Abstand vom Portale durchgeführt.

Um 4 Uhr 40 Min. nachmittags begann Ingenieur Rosenmund (nun Professor am Polytechnikum in Zürich) vom Observatorium aus die Bestimmung des ersten Richtungspunktes im Tunnel, nachdem schon vorher ein solcher am Portale festgelegt worden war. Die

Richtungsmarke am Berge war gut sichtbar und wurde scharf eingestellt. Im Tunnel, etwa 170 m vom Portale entfernt, dem ersten Querschlage gegenüber, war die Lampe, ein Azetylenbrenner, aufgestellt. Sie brannte so klar und hell, dafs man sie vom Observatorium aus mit blofsem Auge deutlich erkennen konnte. Ein Kabel war von dort aus in den Tunnel gelegt worden, um eine gegenseitige Verständigung mit Hilfe des Telephons zu ermöglichen. Ingenieur Rosenmund gab zunächst vier Einweisungen, wobei er das Fernrohr des Absteckungsinstrumentes jedesmal auf die Richtungsmarke am Berge scharf einstellte, nachdem er dasselbe zur Ausgleichung etwaiger kleiner Fehlereinflüsse um 180° gedreht und durchgeschlagen hatte. Aus den vier Einweisungen wurde das Mittel gebildet. Dann erfolgten in analoger Weise vier weitere Einweisungen, aus denen ebenfalls das Mittel genommen wurde. Beide Mittel stimmten bis auf $2^1/_2$ mm überein. Durch ihr Gesamtmittel war der erste Achspunkt im Tunnel genau festgelegt. Um 5 Uhr 20 Min. wurde mit der Lampe auf die doppelte Entfernung vom Portale im Tunnel vorgerückt und dieselbe Operation des Einweisens für einen zweiten Richtungspunkt in gleicher Weise wiederholt. Hier wichen die beiden Mittel aus den vier ersten und den vier folgenden Einweisungen nur um 2 mm voneinander ab. Um 6 Uhr 30 Min. war der zweite Achspunkt im Tunnel bestimmt. So weit hatte bei vollem Tageslichte gearbeitet werden können. Vor Beginn der Einweisung eines dritten Richtungspunktes, der etwa 200 m weiter dem letzten Querschlage gegenüber lag, war es so dämmerig geworden, dafs die Lampen zur Beobachtung der Richtungsmarke am Berge und auch diejenige zur künstlichen Beleuchtung des feinen Fadenkreuzes im Fernrohr, ebenfalls ein Azetylenbrenner, angezündet werden mufsten. Die Lampe im Tunnel war mit Hilfe des Fernrohrs gut zu erkennen, und die Absteckung konnte direkt fortgesetzt werden. Um 7 Uhr 15 Min. begann Ingenieur Rosenmund den dritten Achspunkt im Tunnel einzuweisen, und wenig nach 8 Uhr war auch dieser mit gleicher Schärfe festgelegt. Dann wurde über ihm im Tunnel selbst stationiert. Der ganze Absteckungsapparat hatte tadellos funktioniert; alle Einrichtungen waren so vollkommen, wie dies am Gotthardtunnel nach langjährigen Erfahrungen kaum erreicht werden konnte. Von allen dort aufgetretenen Schwierigkeiten schien das neue Ventilationssystem am Simplontunnel die Absteckungsarbeiten gänzlich befreit zu haben.

In der Folge machten sich dann aber auffallende und für die Genauigkeit ungünstige Refraktions-Erscheinungen bemerkbar, über welche Professor Rosenmund in der Schweizer Bauzeitung

ausführlicher berichtet hat. Er sagt daselbst: „Von grofser Bedeutung für die Richtungskontrollen ist eine gute Ventilation des Tunnels. Durch das am Simplon-Tunnel eingeführte System von Parallel-Stollen, wobei die Luft, durch den Parallel-Stollen (II) eintretend, diesen in seiner ganzen Länge bis zum letzten Querschlage durchstreicht (Fig. 5), aus dem letzeren in den Haupttunnel (I) eintritt und durch denselben zurückkehrt, wird eine fortwährende Lufterneuerung bei allen Arbeitsstellen ermöglicht und damit auch für die Hauptabsteckungen eine Klarheit der Luft geschaffen, wie sie am Gotthardtunnel nicht erreicht werden konnte.

„Beim weiteren Vortrieb des Stollens wurde aber die Wahrnehmung gemacht, dafs auch nach langer andauernder Ventilation sich Dunstbildungen im Tunnel erhielten, die um so lästiger wurden, als sie immer in den äufsersten Teilen des Tunnels auftraten, während weiter im Innern die Luft völlig klar war. Man schrieb diese Erscheinung dem Umstande zu, dafs die durch den Stollen II eintretende frische Luft sich allmählich erwärmte und mit Wasserdampf sättigte. Solange sie warm blieb, behielt sie ihre Durchsichtigkeit; bei ihrer Rückkehr durch Tunnel I wurde sie aber allmählich durch die abnehmende Gesteinswärme auf immer niedrigere Temperaturen gebracht und schied daher Wasserdämpfe aus, die Nebelbildungen verursachten. Unter diesen Umständen konnte man bei den Hauptabsteckungen die Richtung nicht mehr vom Observatorium einweisen, sondern es mufste von den früher abgesteckten, innerhalb der Dunstschicht gelegenen Fixpunkten ausgegangen werden, um von ihnen aus die Richtung weiter einwärts zu verlängern. — Mit Vollendung der endgültigen Ventilationsanlage, die im Sommer 1900 auf der Südseite, im Frühjahr 1901 auf der Nordseite erfolgte, stellten sich wieder günstigere Verhältnisse ein. Die Einrichtung gestattet nämlich, die Ventilatoren im umgekehrten Sinne laufen zu lassen, so dafs die Luft nicht nur durch Stollen II eingeblasen, sondern auch durch denselben angesogen werden kann, wobei dann frische Luft durch die Portale des Tunnels und des Richtungsstollens zuströmt. Soll eine Hauptabsteckung vorgenommen werden, so läfst man, gleich nachdem die Arbeiter den Tunnel verlassen haben, den Ventilator in umgekehrter Richtung arbeiten, wodurch es möglich ist, im Verlauf von zwei Stunden die Luft im Tunnel I vollständig abzuklären. — Bei der Hauptabsteckung auf der Nordseite vom April 1901 war die Lampe im Observatorium noch auf 4800 m ohne Schwierigkeit sichtbar gewesen. Am 4. Dezember 1901 konnte von dem 5600 m vom Observatorium entfernten Fixpunkte 28 das Signallicht auf dem Pfeiler selbst mit freiem Auge

gesehen werden. Aber eine Überraschung besonderer Art war dem Beobachter vorbehalten. Durch das Fernrohr sah er statt nur eines Lichtes deren zwei. Sie lagen nicht senkrecht untereinander, sondern das untere befand sich mehr gegen die Furkaseite hin. In der Meinung, das eine der Lichter könne von einer vor dem Observatorium stehenden Handlaterne herrühren, wurde nach dem Observatorium telephoniert, der dortige Posten solle die Lampe in Intervallen von zehn Sekunden abwechselnd verdecken und wieder freimachen. Dabei verschwanden jeweilen beide Lichter und kamen auch beide wieder zum Vorschein. — Unterdessen brach der Morgen an, und die Tageshelle wurde in der Öffnung des Richtstollens sichtbar. Dieselbe erschien etwa $2\frac{1}{2}$ mal so hoch wie breit und abwärts nach der Furkaseite hin stark gekrümmt. In diesem verzerrten Profil (Fig. 11) konnte deutlich die offene Türspalte des Observatoriums wahrgenommen werden, ebenfalls gekrümmt und in der letzteren ein Licht L in der Nähe des oberen, ein zweites Licht L' in der Nähe des unteren Randes. L und L' lagen, wie schon bemerkt, nicht senkrecht untereinander, sondern bildeten, vom Absteckungsinstrumente aus betrachtet, einen Horizontalwinkel von etwa 45", was für die Entfernung von 5600 m bis zum Observatorium einer Horizontalverschiebung von 1,20 m gleichkommen würde. Diese verblüffende Wahrnehmung gab Veranlassung, noch einmal auf einen weiter auswärts gelegenen Punkt, 3600 m vom Observatorium, zurückzugreifen, um zu konstatieren, wie sich diese „Fata morgana“ von dort aus verhalte. Es waren nämlich in der Nacht auch schon von diesem Punkte aus die beiden Lichter bemerkt worden, das untere allerdings viel schwächer als das obere. Nun bei Tageslicht zeigte sich auch hier das gleich stark verzerrte Profil, nur konnte das untere der beiden Lichter nicht mehr wahrgenommen werden. Das eigentümliche Phänomen vermochte die Ingenieure, welche bei der Hauptabsteckung mitgewirkt hatten, noch längere Zeit zu fesseln. Beim Observatorium war unterdessen die Sonne aufgegangen; seine Mauern erschienen durch die Tunnelöffnung in hellem Glanz, und alle aufserhalb des Tunnels liegenden sichtbaren Objekte zeigten ein starkes Zittern. Personen, welche vor dem Observatorium vorbeigingen, erschienen als dünne, langgezogene Gestalten, und Leute, welche unmittelbar vor dem Richtstollenportal vorübergingen, machten den Eindruck von in ihren Umrissen verschwommenen Silhouetten mit verzerrten Gliedern, etwa wie Fig. 12 es andeutet“.



Fig. 11.

Dieselbe Erscheinung zeigte sich unter ähnlichen Umständen auch bei den folgenden Hauptabsteckungen auf der Nordseite, so namentlich zu Ostern 1903, bei welcher Gelegenheit sie durch Dr. P. Gast im Verein mit Dr. M. Mündler näher studiert wurde, während Professor Rosenmund mit den Absteckungsarbeiten selbst vollauf beschäftigt war, um dieselben durch gröfste Vorsicht, nämlich kleineren Abstand der Stationen usw. vor nachteiliger Beeinflussung durch die Refraktion tunlichst zu sichern. Die Beobachtungen zeigten wieder sehr deutlich die Verdoppelung der Lichter und die Krümmung gerader Linien aufserhalb des Tunnels, namentlich der vertikalen nach der Furkaseite zu, d. h. nach Osten. Eine in der Nähe der Richtstollenmündung aufgestellte Lampe wurde sowohl in einer Entfernung von 3300 m, wie von 4500 m verdoppelt gesehen, hingegen nur einfach, wenn man sie um einige hundert Meter in den Tunnel selbst hineinbrachte, woraus geschlossen werden mufs, dafs die abnormen Lichtbrechungen der Hauptsache nach auf den Anfang des Tunnels beschränkt sind.


Fig. 12.

Was die Erklärung dieser auffallenden Beobachtungen betrifft, so liegt es nahe, bei der Verdoppelung der Lichter an die Erscheinung der „Luftspiegelung“ zu denken, eine in heifsen Gegenden, zumal in weiten, sandigen Ebenen sowie auch im hohen Norden häufiger beobachtete interessante Naturerscheinung. Ein Lichtstrahl wird beim Übergange aus dünneren in dichtere Luftschichten „zum“ Einfallslote gebrochen, im umgekehrten Falle „vom“ Einfallslote weg, und wenn im letzteren Falle der Einfallswinkel für die Brechung zu grofs ist, wird er total reflektiert. Unter normalen Verhältnissen nimmt die Dichtigkeit der Luft mit der Höhe ab. An windstillen sonnigen Tagen können aber die unmittelbar über dem erhitzten Boden gelagerten Luftschichten durch die starke Erwärmung eine solche Auflockerung erfahren, dafs sie weniger dicht sind als die in einiger Höhe darüber befindlichen, bis in einer gewissen Entfernung vom Erdboden die Dichtigkeit der Luft mit der Höhe wieder abnimmt. Ein über den aufgelockerten, tieferen Schichten befindliches Auge kann dann aufser den von einem entfernten Gegenstande ihm zugesendeten direkten Strahlen auch solche erhalten, welche schräg auf die unteren dünnen Luftschichten aufgefallen und von diesen vom Einfallslote weg gebrochen bezw. total reflektiert worden sind. (Fig. 13.)

Der Beobachter erblickt dann unter dem direkt gesehenen Gegenstande ein umgekehrtes Bild desselben, soweit der betreffende

Gegenstand nicht innerhalb der aufgelockerten tieferen Luftschichten sich befindet[1]). Da diese Luftspiegelung nur dann eintreten kann. wenn die bilderzeugenden Strahlen sehr schräg auffallen, so mufs die Erscheinung verschwinden, wenn der Beobachter sich dem Gegenstande zu sehr nähert. Als bei der französischen Expedition unter Bonaparte nach Ägypten die durch den Sonnenbrand in der weiten Ebene ermüdeten Soldaten infolge der Luftspiegelung unter den entfernten Gegenständen ihre Spiegelbilder erblickten, glaubten sie nicht anders, als dafs alle diese Bilder durch die Oberfläche eines Sees gespiegelt seien, und waren bitter enttäuscht, als bei ihrer Annäherung Bilder und Wasser verschwanden. In den heifsen Wüstenflächen erblickt man diese Erscheinung der Luftspiegelung nicht selten in täuschender Form (Fig. 14).

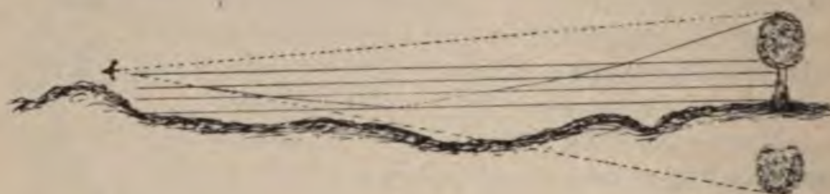


Fig .13.

Im hohen Norden zeigt die Luftspiegelung bisweilen noch ein Bild des direkt gesehenen Gegenstandes darüber, wenn die unteren, unmittelbar über dem kalten Boden oder Meere gelagerten Luftschichten eine sehr viel gröfsere Dichtigkeit haben, als die höher gelegenen, und der Gegenstand wie der Beobachter sich innerhalb der sehr dichten, also unter den dünnen spiegelnden Luftschichten befinden. (Fig. 15.)

Beim Simplontunnel ist der Tunnel I als Richtungsstollen geradlinig verlängert. Durch ihn geschehen die Richtungseinweisungen vom Observatorium aus, während der Tunnel selbst in einer Kurve ausmündet (Fig. 6). Wenn bei Vorbereitung der Hauptabsteckung die Ventilation zur Vermeidung von Nebelbildung, wie wir gesehen haben, umgestellt und die Luft aus dem Parallelstollen „angesaugt“ wurde, trat frische Luft durch die Mundlöcher des Richtungsstollens und des Tunnel I in das Innere hinein, und es wurde so ein kontinuierlicher Luftstrom gegen das Innere des Tunnels I erzeugt. Die äufsere Luft war kälter als die Luft im Tunnel, erwärmte sich aber in diesem und zwar am raschesten und stärksten in der Nähe seiner Wände. Der

[1]) Die Brechung (Fig. 13) ist der Anschaulichkeit halber vergröfsert dargestellt.

den Richtungsstollen durchstreichende Luftstrom hatte somit im Querschnitte nicht eine gleichmäfsige Temperatur, sondern erwärmte sich in der Mitte langsamer als an seinem Umfange. Da wo der Richtungsstollen in den Tunnel I, das ist den vollausgebrochenen Haupttunnel, einmündet, tritt er in ein Profil mit wesentlich gröfserem Querschnitte, wie dies Figur 16 und 17 im Horizontal- und Vertikalschnitte andeuten, wobei zugleich die hellere und dunklere Schraffierung die wärmeren und kälteren Luftschichten veranschaulichen soll. Die vom Observatorium O. ausgehenden Lichtstrahlen, Figur 17, gelangen in das Innere



Fig. 14. **Luftspiegelung in der Wüste.**

des Tunnels I, nachdem sie den Richtungsstollen in allen Höhenlagen durchsetzt haben.

„Die durch den Richtstollen eindringenden Strahlen", sagt Prof. Rosenmund, „werden dort gebrochen, und zwar der obere Teil nach abwärts, der untere nach aufwärts. Im Tunnel I erleidet der obere und mittlere Teil derselben keine stärkere Ablenkung mehr, da die Luftschichten nicht allzuschief getroffen werden; dagegen erleidet der untere Teil der Lichtstrahlen eine Brechung, die um so bedeutender ist, je näher sie an der Sohle vorbeistreichen. Es ist kein Grund dafür

vorhanden, dafs alle diese Strahlen sich im Tunnel wieder in einem Punkte vereinigen. Dagegen werden überall einzelne Strahlen der oberen und der unteren Partie zum Schnitte kommen. Treffen sich



Fig. 15.

z. B. in I die beiden Strahlen IPO und IQO, so wird in I sowohl in der Richtung nach P wie nach Q das Licht im Observatorium gesehen werden, daher die zwei Lichtbilder".

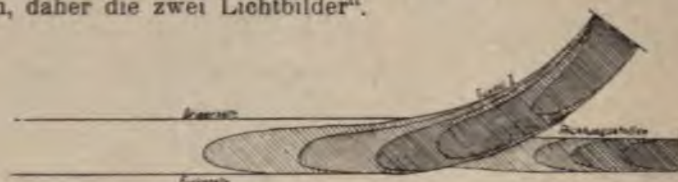


Fig. 16.

Aus ganz analogen Gründen wird das Portal des Richtungsstollens in der Vertikalen verlängert gesehen. Dafs es zugleich gekrümmt erscheint, erklärt sich aus der stärkeren Brechung im unteren Teile



Fig. 17.

des Richtungsstollens, bei der die Lichtstrahlen zugleich eine seitliche Ablenkung erfahren, da der Richtungsstollen in seiner Verlängerung nicht die Mitte des Tunnels I bildet, sondern auf seiner östlichen Seite liegt.

Dr. Gast hatte sich die Aufgabe gestellt, während der Hauptabsteckung zu Ostern 1903 die Refraktionserscheinungen im Simplontunnel genauer zu studieren, hierzu Temperaturbeobachtungen in aus-

gedehntem Umfange vorzunehmen und die optischen Erscheinungen gleichzeitig soweit aufzuzeichnen bezw. der Messung zu unterwerfen, um den Gang der Lichtstrahlen verfolgen und erklären zu können. Zur Durchführung dieses Programmes reichte aber die verfügbare Zeit nicht aus, jedoch bestätigen seine Beobachtungen im wesentlichen die Wahrnehmungen des Prof. Rosenmund und auch dessen Erklärung der Erscheinungen durch Luftspiegelung infolge Auflockerung der bei der Ventilation einströmenden Luft durch Berührung mit den Wänden des Stollens am Umfange des Tunnelprofils. Es könnten daher Luftspiegelungen nicht nur nach oben vorkommen, sondern auch nach unten und nach den Seiten wären solche möglich, ja schliefslich nach allen Richtungen, wenn der ganze Umfang des Luftstromes wesentlich stärker erwärmt wird als seine Mitte. Dafs dieselben nur nach unten wirklich wahrgenommen wurden, erklärt Dr. Gast durch die Annahme, dafs der durch den Richtungsstollen eingeführte Luftstrom sich noch mehrere hundert Meter in den Tunnel I mit einer Erwärmung seiner unteren Schichten fortsetzt, während die oberen beim Übergange in das gröfsere Profil des Tunnels I sich frei ausdehnen können. Da die Verlängerung des Richtstollens an der Ostseite des Tunnels I liegt, findet aus analogen Gründen dort eine stärkere Brechung statt als auf der Westseite.

Die im vorigen behandelte Erscheinung der Luftspiegelung im Simplontunnel hängt unzweifelhaft mit der Art und Weise der Ventilation zusammen und konnte bei früheren Tunnelbauten nicht auftreten, da die Simplondurchbohrung als erste mit zwei Paralleltunnels und fortschreitender Luftströmung in diesen ausgeführt wurde. Dieselbe ist aber für die Absteckungsarbeiten um so wichtiger, als in Zukunft wohl alle gröfseren Tunnelbauten, namentlich solche mit schwierigen Gesteinsverhältnissen, mit zwei Parallelstollen und kontinuierlicher Ventilationsströmung durchzuführen sein werden. Daher ist auch mit Sicherheit anzunehmen, dafs gleiche oder ähnliche Refraktionserscheinungen in Zukunft noch mehrfach auftreten und näher zu untersuchen sein werden.

Für die tunlichst fehlerfreie Durchführung der Achsabsteckung im Simplontunnel trotz der erwähnten abnormen Lichtbrechungen in seinem nördlichen Teile wurde vom Prof. Rosenmund als grundsätzliche Forderung aufgestellt:

1. Wenn immer möglich, ist für die Hauptabsteckungen eine Zeit zu wählen, bei der die äufsere Lufttemperatur nicht allzu niedrig, keinesfalls unter Null sein soll.

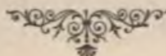
2. Bei Vornahme der Richtungskontrolle in den äufsersten Partien soll der eingeführte Luftstrom nur sehr schwache Geschwindigkeit haben oder ganz unterbrochen werden.

3. Lange Visuren im Innern des Tunnels bis nach dem Observatorium sind nicht zulässig.

Nach diesen Grundsätzen wurde bei den weiteren Hauptabsteckungen im Simplontunnel dann auch verfahren.

Auf der Südseite hat man im Simplontunnel keine Refraktionserscheinungen beobachtet, vermutlich, weil zur Zeit der vorgenommenen Hauptabsteckungen eine höhere äufsere Lufttemperatur vorhanden war. Auch ist die Entfernung von den Portalen bis zum Vereinigungspunkt des Tunnels I mit dem Richtungstunnel dort etwa doppelt so grofs wie auf der Nordseite, was vielleicht von Einflufs sein kann.

Nach Überwindung unsäglicher Bauschwierigkeiten, wie Wasserandrang, Gebirgsdruck und hoher Gesteinstemperatur, die auch auf die Absteckungsarbeiten nicht ohne Einflufs waren, fand am 24. Februar d. J. der Stollendurchschlag im Simplontunnel statt. Eine vom Prof. Rosenmund in den folgenden Tagen vorgenommene Vergleichung ergab, dafs an der Durchschlagsstelle die westliche Wand des Nordstollens mit der gleichen Wand des Südstollens genau zusammenpafste, während an der östlichen Seite ein vorstehendes Felsstück die Vergleichung der beiderseitigen Wandrichtungen verhinderte. Die Höhenlage der beiden Stollen stimmte bis auf 0,1 m mit den Nivellementsergebnissen überein, und die im Tunnel gemessene Länge zeigte gegenüber dem aus der Triangulation berechneten Werte eine Abweichung von noch nicht 2 Metern, sicherlich ein Resultat, wie man es besser nicht erwarten durfte.





Die Halligen der Nordsee und ihr Schutz.

Von **Christian Jensen** in Schleswig.

Nach den gewaltigen Verheerungen der Sturmfluten von 1894 und 1895 wurden im Bereich der Halligen vor der schleswigschen Westküste zwischen der Halbinsel Eiderstedt im Süden und den Inseln Föhr und Amrum im Norden die Schutzwerke in Form von Steindeichen und von Verbindungsdämmen bedeutend vermehrt. Das preufsische Abgeordnetenhaus bewilligte im Frühjahr 1896 1230000 M. für die Dämme Festland — Hallig Oland — Hallig Langenefs. Oland und Gröde erhielten gegen den Abbruch Steindecken und Pfahlbuhnen; es wurden für die Schutzwerke an der 20 km langen Uferlinie Langenefs-Nordmarsch 690000 M. vorgesehen und die Werke in Angriff genommen. Seitdem haben aber die noch nicht durch Steindeiche geschützten, am weitesten gegen das freie Nordmeer vorgeschobenen Halligen Hooge und Nordstrandischmoor von den Fluten und Stürmen schweren Abbruch erlitten; namentlich haben die Stürme der letzten Dezember- und Januarmonate der Hallig Hooge durch Abreifsung eines 6—8 m breiten Landstreifens an der gefährdetsten Stelle arg zugesetzt.

Diese Halligen erheben daher heute dringender als je den Ruf nach wirksamem Schutz, zumal ihre Hoffnung, schon in diesem Jahre die erforderlichen Mittel in den preufsischen Etat[1]) eingestellt zu sehen, sich nicht erfüllt hat. Jedenfalls aber sind durch die verheerende Wirkung der Fluten die Halligen und der vor nahezu einem Jahrzehnt im Bereich der Halligwelt begonnene Halligschutz in den Vordergrund des öffentlichen Interesses gerückt. Ich will daher versuchen, nachstehend ein Bild der Halligen zu zeichnen und das Leben ihrer Bewohner zu schildern, und dartun, dafs gerade hier, sofern sie bereits in Angriff genommen wurde, die Hilfe am Platze war, und

[1]) Inzwischen verlautet, dafs der Minister 18000 M. zur versuchsweisen Herstellung eines Sommerdeichs auf Hooge bewilligt hat.

wo sie noch nicht eingesetzt hat, notwendig ist, um den ganzen Plan des Landgewinns an der schleswigschen Westküste erfolgreich durchzuführen.

* * *

Das Gebiet des heutigen schleswigschen Wattenmeeres war ehemals durch eine tertiäre Vormauer, welche mit Helgoland, das am 10. August 1890 in den Kranz der deutschen Inseln wieder aufgenommen wurde, zusammenhing, gegen die offene Nordsee geschützt. Seitdem aber jene Vormauer zerbröckelte und in Dünen oder in Sandbänke verwandelt wurde, lagen die Marschebenen der Friesen offen gegen das Meer, welches einst die Marsch, stellenweise das tertiäre Bollwerk überschreitend, aufgebaut hatte. Die gewöhnlichen Fluten, welche täglich zweimal eintreten, erreichten den Uferrand der Marschen. Sie zerstörten, am Rande nagend, das eigene Bauwerk, und die Sturmfluten rollten ihr Gewoge hinein in die grasreichen Gefilde. Dann suchten die Bewohner der Marschen Schutz hinter hohen Erdwällen, von denen zwei als Bauernburgen auf Föhr und Sylt noch heute erhalten sind, oder sie warfen Erdhügel auf, auf denen sie flutsichere Wohnungen aufführten. Auf solchen, etwa 4 m hohen Erdhügeln, Werften genannt, stehen noch jetzt die Halligháuser und die Häuser der gegenüberliegenden Festlandmarschen, die später umdeicht wurden. Im Laufe der Jahrhunderte aber zerfetzten zahlreiche Fluten nach und nach das ursprünglich zusammenhängende fruchtbare Marschland und verwandelten es zum weitaus gröfsten Teile in ödes Watt, das gegenwärtig zur Ebbezeit in der Umgebung der elf — etwa 1600 ha = 16 qkm — grofsen Halligen den schlüpfrigen Pfad bildet für den Schlickläufer (Watten werden friesisch Schlick genannt) und den reichgedeckten Tisch für Reiher, Möwen, Seeschwalben und Enten.

So wurde beispielsweise das alte fruchtbare Nordstrand, das kurz vorher 22000 ha Fläche hatte, in der Oktoberflut 1634 in ödes Watt und Halligland verwandelt. Auch sind von den 23 damaligen Halligen jetzt nur noch 10 bewohnt, und eine unbewohnte ist Weideplatz der Schafe und Nistplatz der Seevögel. Sie bieten uns das schöne Landschaftsbild der Halligwelt, das Dr. K. J. Clement entwarf, der 1873 im fernen Westen „voll Sehnsucht nach den Inseln, still verborgen in der See im Friesenland“ die Augen zum Tode schlofs: „Den Anblick der Halligen, wenn man vorbeisegelt, findest Du nirgends auf Erden wieder; eine Stille ohnegleichen, als schwiege alles in Betrauerung des Vergangenen, Hügel an Hügel und darauf ein nettes Häuschen mit Steinmauern und Giebel und Strohdach und reinlichen,

freundlichen Menschen und Zimmern und mit hübschen Türen und weit schimmernden Fenstern, und das Kirchlein mitten inne, auch auf einem Werfthügel und mitunter mit roten Dachziegeln. Und rings um die Werften liegt die Marsch der Hallig ausgebreitet, ohne Deich und mit abgebröckelten Rändern, im Sommer von unzähligem Vieh beweidet, und weifs von Schafherden und Seevögelschwärmen, welche hier gern wohnen und ohne Furcht brüten, im Winter von der



Halligwerfte mit Graben und Stegen.
Aufgenommen von Wilh. Müller in Wyk-Föhr.

Sturmflut und hochlaufenden Wogen tief bedeckt oder auch von Eiswällen umlagert."[2])

Fünf Halligen haben je eine Werft, drei je ein Haus; auf im ganzen 36 Werften stehen noch 120 Häuser, in denen 500 Menschen leben. Vor 136 Jahren hatte die gröfste Hallig Hooge, die jetzt sehr des Schutzes bedarf, allein 500 Bewohner in 164 Häusern, und Nordstrandischmoor wurde erst 1634 zur Hallig. Die Abnahme dieser Halligen möge uns das Schicksal der anderen erklären. Ihrem Namen entsprechend, erhebt sich „Hooge" höher über die gewöhnliche Flut als die anderen Halligen, nämlich etwa 1 m; das sonstige Halligland

[2]) Lebens- und Leidensgeschichte der Friesen. Kiel 1845, S. 134.

ragt zur Flutzeit nur 30 cm hervor. Die Ränder sind überall steil abgebrochen. Die sehr zerklüftete Nordseite erhebt sich stellenweise bis 3 m über das Watt, die Ost- und Westseiten sind 1 bis $1^1/_2$ m hoch; die Südseite überragt das umgebende Watt nur um ca. 60 cm. Aber an allen diesen Ufern und den Rändern der Gräben, die die Hallig durchschneiden, nagt und wogt in zweimal zwölf Stunden die ruhelose Flut acht Stunden lang. Blank und klar schlägt sie gegen die Erdscholle,



Hallig Oland mit Steindeich.
Aufgenommen von Wilh. Müller in Wyk-Föhr.

trübe und grau weicht sie zurück, Bestandteile des Bodens fortführend. Dieses Wellenspiel dauert schon seit 1362, als Hooge von der Insel Nordstrand abgerissen wurde. Leider gibt es aus der Zeit vor 1634 bestimmte Gröfsenangaben über die Halligen nicht. Um 1642 erwähnt Heimreich[3]), dafs die Halligen Hooge, Nordmarsch, Gröde, Butwehl, Oland, Langenefs und Südfall zusammen 2648 Notsgras grofs seien. Er bezeichnete damit zweifellos nur das Weideland. Da nun jede Hallig zur Hälfte aus Meedland bestand, so umfafsten damals die genannten Halligen schätzungsweise 5296 Notsgras à 0,85 ha oder ca. 4500 ha. Nordstrandischmoor war etwa 500 ha grofs, denn es lag vor 1634 inmitten

[3]) Nordfriesische Chronik, ed. Falck. Tondern 1819, Bd. II S. 197.

Alt-Nordstrands als wüste Fläche von 1000 Demat, so dafs um 1642 die Halligen 5000 ha Land ausmachten. Sie verloren also seitdem insgesamt 3400 ha. Hooge war 1642: 1760 Notsgras grofs gegen 670 um 1892. In 250 Jahren verlor sie also 1090 Notsgras oder 926 ha = durchschnittlich 3,7 ha jährlich. In den Jahren 1874 bis 1895 gingen nach meiner Rechnung durchschnittlich jährlich 5 ha verloren. Die Zahl der Werften, der Häuser und Bewohner ist dementsprechend zurückgegangen: 1794 waren 14 Werften mit 130 Häusern und 480 Bewohnern, 1854: 10 Werften mit 70 Häusern vorhanden. Jetzt wohnen auf 9 Werften in 47 Häusern 136 Menschen. Nordstrandischmoor hatte 1880 bereits 262 ha verloren. Seitdem brach an einigen Stellen des Ufers alljährlich im Durchschnitt ein Rand von 3 bis 5 Meter Breite ab. Die Stürme des letzten Winters haben am Südostufer die Grundmauer der 1656 erbauten, 1825 aber wegen Einsturzgefahr niedergelegten Kirche blofsgelegt, so dafs sie bei jeder Ebbe sichtbar sind. Es gibt auf der Hallig nur mehr drei bewohnte Werften mit 4 Häusern. Die Bewohnerzahl ist seit 1889 von 27 auf 15 zurückgegangen. Bei allen Halligen gingen im letzten Viertel des abgelaufenen Jahrhunderts von 2400 ha Land 800 ha verloren — die Volkszahl ging seit 1769 von 2000 auf 500 zurück. Namentlich die Sturmfluten der Jahre 1894 und 1895 haben den Halligen arg mitgespielt. Am 12. Februar 1894 wurden die Bewohner der Peterswerft auf Nordmarsch vertrieben.

Aber nicht nur mit den Lebenden kämpft hier das Meer. Als im Jahre 1745 Pastor Lorenzen von Nordmarsch hart am Westrande der Hallig die alte Kirchwerfte aufsuchte, wo seine Wiege gestanden, hatte das rastlose und unbarmherzige Meer den Gottesacker durchwühlt; Totengebeine deckten das Feld und erinnerten den wehmütig gestimmten Besucher an das Totenfeld Esekiels. Mitten im Sturmgebraus kamen ähnlich einst auf der Hallig Gröde die Särge aus den Gräbern in die Wohnungen, deren Mauern vom Wogenschwall eingedrückt waren. Die Toten riefen die Lebenden zu sich, welche vom Hausboden schreckensbleich dem wilden Treiben zuschauten und jeden Augenblick erwarteten, dafs das Balkengerüst, auf dem sie safsen, umgeworfen wurde. Unter den Wirkungen solcher Sturmfluten und der täglichen Fluten ist die Abnahme der Halligen fortgeschritten, solange sie nicht wie die Hamburger Hallig (1874), Oland (1896), Gröde und Appelland (1902) durch Steindeiche geschützt und wie die Hamburger Hallig und Oland-Langenefs durch Dammbau mit dem Festlande verbunden waren.

Die Bewohner der Halligen sind der Mehrzahl nach friesischen Stammes.[4]) Nach meiner 1889 aufgenommenen Statistik sprachen von 123 Haushaltungen 87 friesisch, 33 plattdeutsch und 3 hochdeutsch; von 85 Schulkindern sprachen 55 friesisch, 27 plattdeutsch und 3 hochdeutsch in ihrer Familie. Man findet hier vorwiegend die himmelblauen Augen, das blonde Haar, die charakteristische Wohlgestalt der Friesen, einen scharfen Blick und ernste Züge. Unerschrockenheit, ruhige Besonnenheit, Fleifs und Ausdauer zeichnen sie bei einer grenzenlosen Liebe zur gefährdeten Heimat aus. Überall findet man den Sinn für Recht und Ordnung, einen klaren Verstand; bei Genügsamkeit und Zufriedenheit bewahren sie die alten Sitten und Lebensgewohnheiten ihrer Väter. Fern vom Hasten und Treiben der grofsen Welt liebt der Halligbewohner ein gutes Buch. Er lebt seiner Familie — sonderlich im Winter. Wochenlang bleibt dann die Post mitunter aus, so dafs beispielsweise die Trauerkunde von dem am 9. März erfolgten Ableben Kaiser Wilhelms I. erst am 22. März nach Hooge und Gröde kam, als man vormittags eine Geburtstagsfeier abgehalten hatte. Der Halligbewohner hat dann Zeit, seinen Nachbar zu besuchen, gegen den er ebenso gastfrei ist wie gegen den Fremden von der Nachbarinsel oder aus der Ferne. In seinem Urteil ist er nicht vorschnell, aber er sagt unumwunden seine Meinung. Als einst König Friedrich VI. wegen einer Sturmflut länger als beabsichtigt auf Hooge weilte, erklärte ihm treuherzig seine Wirtin: „Herr König, de Wien is op, nu mutt he Melk drinken!"

In früheren Zeiten ging fast die ganze männliche Bevölkerung zur See. Die Seefahrt brachte Wohlstand, reiche Erfahrung und eine ungeschminkte Bildung. Noch heute erinnert auf den Halligen vieles an diese Beschäftigung: finden wir doch das Schiff im Hause, im Gotteshause und auf dem Kirchhofe. Von jeher war das Schiff Kinderspielzeug und das Leben eine Meerfahrt.

Die Sorge um Haus und Feld war dem weiblichen Teil der Bevölkerung und den Kindern überlassen und ist es grofsenteils noch jetzt. Jede Werft besitzt nämlich ein Grundstück als Gemeingut, das aber nach den Besitzverhältnissen des einzelnen bewirtschaftet wird. Es ist eine Markgenossenschaft im kleinsten Mafsstabe, wo jeder die Gerechtsame hat, so und soviel Stück Vieh auf der Gemeindeweide zu gräsen und so und soviel Teile der Gemeinmeede zu mähen. Die

[4]) Vergl. Jensen, Die nordfriesischen Inseln Sylt, Föhr, Amrum u. d. Halligen. Hamburg 1899; Jensen, Vom Dünenstrand der Nordsee u. v. Wattenmeer Charakteristik. Schleswig 1900, S. 107—138.

Grasung einer Kuh, die über 3 Jahre alt ist, heifst ein „Notsgras“[5]) (nütj = friesisch Rind; nuat = Vieh). Sie ist gleichwertig mit der Grasung von 2 einjährigen Rindern oder 6 Kälbern oder 4 Schafen, oder 8 Lämmern. Nach dieser Wertung kann jeder auf die Weide bringen, was er will. Das Meedland der Hallig zerfällt in Schwesterparten und -Schiften, deren Lage von Jahr zu Jahr wechselt, und die untereinander an Ergiebigkeit und Gröfse verschieden sind. Einzelne Nummern der Parten und Schiften sind durch die Landabnahme im Laufe der Jahre entweder ganz verschwunden oder bedeutend kleiner geworden; sie müssen trotzdem bei der Verteilung mitgerechnet werden, so dafs die einzelnen Landbesitzer nicht alle Jahre gleichviel Fläche zur Heugewinnung haben. Die alten Feldregeln und Meedebücher der Halligen sind danach der Ausflufs eines echt deutschen Gerechtigkeitsgefühls und tragen dazu bei, dafs unter dem Abbruch des Landes keiner der Werftbewohner allein zu leiden hat, sondern im Verhältnis zu seinem Anteil am Gemeindelande.

Vor jeder Heuernte mufs daher eine Teilung geschehen, die schon 1749 zu dem Urteil Anlafs gab, dafs die das Feld mit Rechenstielen abmessenden Weiber nicht wenig Geometrie wissen müfsten. Bunt wird erst die Sache, wenn mitten in der Heuernte der Sturm kommt, der mit seiner Flut das lose Heu durcheinander mengt oder gar teilweise wegschwemmt. Wenn es zum Einsammeln des Heues geht, so kommen von der Werfte herab die Männer, die Frauen, die Kinder; weifse Laken tragen sie unter den Armen, den Rechen auf der Schulter. Nun betreten sie die Stege (Stöcke genannt), welche die einzelnen, von der Flut zerrissenen Teile der Hallig verbinden. Das zusammengeschobene Heu binden sie in Bündlein, nachdem sie es in die Laken gefüllt haben. Pferd und Wagen fehlen wie Pflug und Egge; vereinzelt holt man zur Heuernte ein Pferd herüber (auf Süderoog, das einem Besitzer gehört, hält man Pferde). Das Heulaken wird entweder auf dem Kopfe ins Haus getragen oder ins Heuschiff, das mit der Flut der Werfte zugeführt wird. Das bei guter Ernte von der Winterfütterung erübrigte Heu wird für das nächste, vielleicht minder günstige Jahr aufgespart. Sturmfluten räumen nicht selten unter dem Viehbestande auf, der der Landabnahme entsprechend zurückgegangen ist. Mangel an frischem Wasser macht oft eine Beschränkung der Viehzahl nötig. Im trocknen Sommer durchsalzt die Sturmflut das dürre Grasland und macht das Weidefutter knapp. Doch ist auf den

[5]) Ich halte danach die Bezeichnung „Nutzgras“, wie sie sonst in der Halligliteratur üblich ist, für falsch. Notsgras = Rinds-, resp. Kuhgras.

meisten Halligen Landwirtschaft Haupterwerbszweig. Die Produkte: Butter, Käse, fettes Vieh und die den eigenen Bedarf übersteigenden Erträge an Fischen, meist Schollen und Garneelen, bringen die Halligleute in Husum oder in Wyk auf Föhr an den Markt und tauschen Korn, Feuerung, Kolonialwaren etc. dafür ein.

Wer den Halligbewohner in seinem Daheim aufsucht, ist willkommen. Auf der Werfte liegen die Wohnungen mit ihren Neben-



Haus mit Fäthing auf Oland.
Aufgenommen von Wilh. Müller in Wyk-Föhr.

gebäuden an einem abgepflasterten Hauptwege oft um einen Teich (Fäthing genannt) malerisch gruppiert. Aufser diesem gemeinsamen Süfswasserteich hat jedes Haus unter der Dachtraufe einen aus Mauersteinen hergestellten Regenwasserbrunnen. Schlimm ist es, wenn hier die Flut eindringt. Am Abhange der Werft sind Lattenzäune zur Aufnahme der Herde, wenn die Flut die im Sommer mit Grasnelken geschmückte Weide überschwemmt. Auch die aus Dünger hergestellte Feuerung, die noch heute ebenso wie zu Plinius' Zeiten bereitet wird, trocknet hier. Ein kleiner Gemüsegarten mit einigen Sträuchern und einzelnen Obstbäumen ist vorhanden. Mit der Front nach Süden gekehrt, liegen die Wohnräume des auf Ständern innerhalb der Aufsenmauer ruhenden Hauses zu beiden Seiten einer Hausflur, in welche man durch

die horizontal in Ober- und Unterteil zerlegte Haustür eintritt. Im hinteren Teile des Hauses sind Küche, Keller und Viehställe.

Das Holzwerk der den Schiffskajüten ähnlichen Wohnstube ist mit Schnitzereien und Malereien versehen. Auf der Peterswerft von Nordmarsch, der die 1894er Flut arg zusetzte, waren einst die jetzt im Germanischen Museum in Nürnberg aufbewahrten reichgeschnitzten Stubentüren vorhanden, deren Inschrift den frommen Sinn der Hausbewohner bekundet: „Den Ein- und Ausgang mein, lafs Dir, o Gott, befohlen sein" und „Durch Glück und Walfischfangst gab Gott mir Haus und Land". Ähnliche Sprüche stehen über den Vorhängen und über und an den Türen der friesischen Wandbetten sowie an den Kachelwänden. Diese mosaikartige Wandbekleidung ist mit Ornamenten und Darstellungen aus der biblischen Geschichte geschmückt. Im Königspesel auf Hooge steht über der Bettstatt: „Wie Gott es füget, so mir genüget; nur wünsche zu erwerben ein seliges Sterben!" Das Schiffsbild über dem eisernen Beilegerofen trägt hier die Inschrift: „Tade Hans Bandix, Stienke Tadens. To hierto heft uns de Herr geholpen, Anno 1766." Eine aus getriebenem Messing hergestellte Vorrichtung zum Warmhalten der Speisen, die Stulpe, ziert neben den Messingknöpfen den mit erhabenen Bildern geschmückten Ofen. Der Wandschrank hat Glastüren, hinter denen Silberzeug und Fayencen sichtbar sind. An den Wänden hängen Ölbilder von den Schiffen, die der Vorfahr als Handelsschiffe durch alle Meere führte. Alles ist bequem und solide eingerichtet. In dem Pesel, der Staatsstube, steht noch oft die Brautlade, die auf der Innenseite des Deckels verschlungene Namenszüge in Goldbuchstaben trägt. Sie umschlofs einst zwei Staatsanzüge, welche der Kapitän-Bräutigam der Braut aus Indien schickte. Die feine Brokatseide in lebhaften Farben galt einen holl. Dukaten die Elle. Reicher Silberschmuck — eine vier Meter lange Kette und schwere Haken (Mallen) und Münzen — zierte diese Anzüge der Halligbewohnerin, die nun eine der Föhrer ähnliche Nationaltracht trägt. Die Truhen waren ehemals erfüllt vom feinsten Linnen, in das kunstreiche Stickereien eingefügt waren.

Man findet vereinzelt noch die geschnitzte Wiege, aus der das Kind zur Taufe getragen wird. Eltern und Paten geben den Kindern aufser Taufgeschenken gute Ermahnungen. In Abwesenheit des Vaters war die Mutter ehemals meist allein Erzieherin, die ihre Söhne mit guten Ermahnungen zur See entliefs. Kehrte der junge Seemann heim, so suchte er sich auf der Nachbarwerfte eine Lebensgefährtin. Der Hochzeitsmorgen begann mit einem Kampf um die Braut. Mit

Glücksgütern beladen heimgekehrt, beschlofs der Seemann, der die Welt gesehen, sein Leben auf derselben Scholle, wo er es einst empfangen; neben dem Kirchlein seiner bedrohten Hallig bettete man ihn zur letzten Ruhe. Nicht überall stimmt eine Glocke die Totenklage an, da sie auf manchen Halligen fehlt. Lebende zu rufen, tritt die Schiffsflagge an ihre Stelle. Zur sonntäglichen Andacht versammeln sich alle Halligleute. Das Modell eines stolzen Schiffes schmückt die Halligkirche. Die Halligbewohner selbst aber gleichen Schiffbrüchigen, welche die Wahrheit des Wortes in Sturm und Not tausendfältig bestätigt gefunden haben: „Wer nicht beten kann, werde nur ein Schiffersmann!"

Geht den Halligbewohnern die Scholle unter den Füfsen verloren und verläfst die Heimat diejenigen, die sie nicht verlassen wollen, so ist also nicht allein der materielle Wert und die landschaftliche Schönheit der Halligen dahin, sondern auch ein Stück urwüchsigen friesisch-deutschen Volkstums hinabgesunken in den Meeresschofs. Aus der Entstehung und allmählichen Zerbröckelung der Halligen geht aufserdem klar hervor, dafs mit dem Verschwinden dieser kleinen Eilande die Deiche des Festlands und der Nachbarinseln ihre Wellenbrecher verlieren. — Gleichzeitig sind aber auch die Halligen als die festen Endpunkte der Verbindungsdämme im Wattenmeer — als die am weitesten ins Meer vorgeschobenen Posten der Eroberung neuen Landes von der allergröfsten Bedeutung und den Köpfen künstlicher Wellenbrecher vergleichbar. Die bisher mit Steindeichen und Festlandsdämmen versehenen Halligen sind glücklich dem traurigen Schicksal des Abbruchs enthoben, und es ist durch Schaffung sogenannter toter Buchten der aufbauenden Tätigkeit des Meeres ein fester Halt geboten. Das Beispiel der Hamburgerhallig und der Halligen Langenefs-Oland, die durch einen Damm ans Festland gebunden sind, zeigt deutlich, dafs es darauf ankommt, die noch vorhandenen Halligreste widerstandsfähig zu machen gegen die Angriffe des Meeres, um sie so lange festzuhalten, bis auch sie von dem neugebildeten Festlande aus durch Dämme erreichbar werden und so die festen Punkte für eine noch umfangreichere Neubildung des Marschlandes auf den Watten abgeben können. Eben als solche festen Punkte haben auch die entfernter gelegenen Halligen Hooge und Nordstrandischmoor die allergröfste Bedeutung. Sie sind gleichsam die am weitesten ins Meer hinaus vorgeschobenen Posten der Eroberung neuen Landes auf demselben Schauplatz, wo das unersättliche Meer im Laufe eines Jahrtausends die blühendsten Landschaften

verschlang. Sind diese Pioniere erst von der Stelle gewichen, so wird der Landgewinn in dem der Küste fern gelegenen äufseren Teile des Wattenmeeres mehr als fraglich, ja fast unmöglich sein. Darum sind sie festzuhalten, durch Steindeiche zu schützen, bis der Arm des Festlandes in Form eines Verbindungsdammes sie erreicht, zu dessen Seiten jede neue Flut mit ihren Schlickablagerungen zur Landfestwerdung ein Scherflein beiträgt und neues Land bildet, das durch Eindeichung, Koog an Koog, ein gesegneter Landstrich sein wird wie die Halbinsel Eiderstedt und die landerfüllte Bucht westlich vom Risummoor bei Deezbüll, die im Laufe der Jahrhunderte aus Insel- und Halligland zusammengefügt worden sind. Soll darum das kraftvoll begonnene Werk des Halligschutzes und des Landgewinns im Wattenmeer nicht aufgehalten, sondern gefördert werden, so dürfen die Halligen Hooge und Nordstrandischmoor, die am weitesten ins Meer vorgeschobenen Posten des Landgewinns, nicht aufgegeben werden: man schenke zunächst ihren gefährdeten, abbrüchigen Küsten einen Steindeich und füge sie dann, sobald die Natur der Wattenwüsten es anzeigt, als feste Punkte in das Netz der Dämme ein, die bestimmt sind, den gröfsten Teil des heutigen schleswigschen Wattenmeeres in einen Schauplatz des Landgewinns zu verwandeln!





Otto Wilhelm Struve
(1819—1905.)

Von Dr. F. Ristenpart in Berlin.

Am 15. April beschlofs in Karlsruhe Otto Struve im fast vollendeten 86. Jahre sein Leben, das reich war an Arbeit, an Erfolgen und Ehren. Er hatte einen Namen ererbt, der bereits unvergänglich in Uranias Tafeln verzeichnet war, und er hat diesen Namen so getragen, dafs sich eigener Ruhm mit dem des Vaters in der Geschichte der Astronomie untrennbar verbindet.

Aber ebenso untrennbar verknüpft ist die Lebensgeschichte der beiden Männer Wilhelm und Otto Struve mit der deutsch-russischen Sternwarte Pulkova. Deutsch-russisch — wie mutet uns das Wort an zu einer Zeit, in der Dorpat, die alte Hochburg deutscher Wissenschaft am Embach, umgetauft ist in Jurjew, in der zahlreiche Universitätslehrer deutscher Zunge freiwillig oder unfreiwillig aus den Ostseeprovinzen in das Reich zurückgekehrt sind, in der auch aus Pulkova bald der letzte Deutsche verschwunden sein wird und selbst der Name Pulkova offiziell durch Nicolai-Haupt-Sternwarte ersetzt ist. Die Sternwarte Pulkova ist ein untilgbares Wahrzeichen jener Zeit, in der Rufsland sich noch willig von germanischer Kultur befruchten liefs und Früchte aus dieser Verbindung erwuchsen, die beiden Ländern zugute kamen. Denn als Nicolaus I. 1839 eine Sternwarte ersten Ranges vor den Toren seiner Hauptstadt, aber so weit entfernt, dafs sie nicht vom Licht, Nebel, Lärm und Getriebe der Grofsstadt gestört war, zu erbauen und mit Deutschen zu besetzen beschlofs, schuf er damit eine Lehranstalt für die Astronomen der kleineren russischen Sternwarten, eine Stätte der Ausbildung für seine Marineoffiziere in der so unentbehrlichen Ortsbestimmung auf See und endlich einen Zentralpunkt für die geodätische Vermessung seines weiten Reiches. Andererseits ist Pulkova, obwohl auf russischem Boden gelegen, jahrzehntelang eine der bedeutendsten Sternwarten gewesen, an der sich viele deutsche Astronomen, die später in leitenden Stellungen

unsere Lehrstühle zierten, zu ihrer Ausbildung aufgehalten haben. So trug die ideale Gründung des Zaren reiche, greifbare Früchte für sein Land und belohnte den deutschen Geist, der sie geschaffen.

Was Pulkova geworden ist, konnte es nur werden, weil Nicolaus I. den rechten Mann zur Ausführung seiner Pläne wählte: Wilhelm Struve. In Altona 1793 geboren, war dieser zum Studium nach Dorpat gekommen und wurde dort erst Observator, dann von 1820—1839 Direktor der Sternwarte. Hier in Dorpat hat er seine systematisch angelegten Arbeiten über die Doppelsterne zwischen dem Nordpol und dem 15. Grade südlicher Deklination begonnen, die dann später in Pulkova fortgesetzt wurden. 1839 wurde W. Struve zum Leiter der neuzugründenden Hauptsternwarte berufen und sah sich dabei zuerst auf die Mitarbeit von nur vier, ebenfalls deutschen Astronomen angewiesen. Dies waren Fufs, Sabler, C. A. F. Peters und sein damals 20jähriger Sohn Otto Struve, geboren in Dorpat am 7. Mai 1819.

So ist Otto Struve von der Gründung der Sternwarte Pulkova an mit ihr verknüpft gewesen. 50 Jahre dauerte diese Verbindung, die erst 1889 nach dem Jubiläum der Sternwarte gelöst wurde. Die astronomische Tätigkeit Otto Struves begann sehr früh. Schon als Knabe hat er am Refraktor zu Dorpat das Beobachten gelernt; seine erste in den Astronomischen Nachrichten, Band 4 mitgeteilte Beobachtung bezieht sich auf eine grofse von ihm mit unbewaffnetem Auge aufgefundene Sonnenfleckengruppe im Juli 1836. Bereits mit 15 Jahren hatte er das Gymnasium seiner Vaterstadt absolviert. Mit 16 Jahren bezog er die Universität und wurde mit 18 Jahren Assistent seines Vaters in Dorpat. Als er mit 20 Jahren promovierte, wurde er zum Adjunkten an der neugegründeten Hauptsternwarte ernannt, die zu fördern fortab seine Lebensaufgabe war. Als sein Vater 1858 erkrankte, wurde er mit der Direktion beauftragt und 1862 nach dem Tode Wilhelm Struve's dessen Nachfolger, so dafs er 27 Jahre die Leitung der Sternwarte innegehabt hat. Wie ist sie in dieser Zeit emporgeblüht an Zahl der Mitarbeiter und der Instrumente über die Ausstattung hinaus, die sie bei der Gründung mitbekam. Namen wie Wagner, Winnecke, Döllen, Gylden, Romberg, Nyren, Backlund mögen aus der grofsen Schar der Mitarbeiter der beiden Struve hervorgehoben werden, nicht zu vergessen Ottos Sohn, Hermann Struve. Die Instrumente Pulkovas sind vornehmlich auf dem Gebiete der fundamentalen Ortsbestimmung der Sterne vorbildlich gewesen und haben Sternörter von früher unerreichter Genauigkeit geliefert. Dahin gehören das grofse Passageninstrument, der Ertelsche Vertikalkreis, der Meridiankreis

und das Passageninstrument im ersten Vertikal. Über die Arbeiten an den beiden Refraktoren, dem 15zölligen, seit der Gründung vorhandenen, und dem 30zölligen, 1885 in Tätigkeit getretenen, wird weiter noch zu berichten sein.

Die Leitung eines Instituts, an dem soviele Instrumente vorhanden und Astronomen in Tätigkeit sind, nimmt naturgemäfs einen grofsen Teil der Arbeitskraft des Direktors in Anspruch. Hinzu traten noch für Otto Struve die Aufgaben, welche die dominierende Stellung der Sternwarte in Rufsland und ihre Vertretung gegenüber dem Auslande ihm auferlegten. So war Struve von 1847—1862 beratender Astronom des russischen Generalstabs und seit 1852 Mitglied der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg. Schon im Alter von 26 Jahren hatte er den Längenunterschied der Sternwarten Pulkova und Altona bestimmt (durch Transport einer gröfseren Zahl von Chronometern, deren Stände gegen Ortszeit am einen und am andern Ort ermittelt wurden), später hatte er die geodätischen Arbeiten in Rufsland zu überwachen und speziell die Fortführung des skandinavisch-russischen Gradbogens durch die Türkei zu leiten. Die enge Verbindung Pulkovas mit der übrigen astronomischen Welt, um nicht zu sagen die leitende Stellung, die diese Sternwarte unter den Schwesterinstituten einnahm, zogen Struves Interesse und Persönlichkeit mehrfach zu internationalen Unternehmungen. Er ist einer der Gründer der astronomischen Gesellschaft gewesen und hat den Vorsitz in dieser 11 Jahre lang, von 1867—1878, geführt. 1872 präsidierte er in Paris dem Kongrefs zur Herstellung von Meterprototypen und 1887 wieder in Paris der Kommission für die internationale Himmelsphotographie. Der damals gefafste Plan, alle Sterne bis zur 11. Gröfse zu photographieren, die Platten auszumessen und die Sternörter zu berechnen, von den Sternen bis 14. Gröfse aber Karten zu publizieren, ist an 18 Sternwarten ins Werk gesetzt, die den ganzen Himmel unter sich aufgeteilt haben. Diese Arbeiten sind naturgemäfs in sehr verschiedenen Stadien der Vollendung. Auch das grofse Zonenunternehmen der astronomischen Gesellschaft (die Ortsbestimmung aller Sterne bis zur 9. Gröfse vom 80. Grade nördlicher bis zum 23. Grade südlicher Deklination an den Meridiankreisen von 17 verschiedenen Sternwarten) hat Struve gefördert, indem Pulkova die Örter der 622 hellen Sterne, die zur Grundlage für die Positionen der schwächeren Sterne benutzt werden sollten, an seinen Instrumenten möglichst scharf bestimmte.

Neben dieser weithin fruchtbringenden Tätigkeit, wie sie nur einem Manne in so hervorragender Stellung vergönnt ist, mögen die



Otto Wilhelm Struve.
(1819—1905.)



eigentlichen wissenschaftlichen Arbeiten Struves ihren Platz finden. Sein Name knüpft sich an die Bestimmung der Konstante der Präzession, also des Winkels, um den der Nordpol des Äquators jährlich um den Pol der Ekliptik fortwandert. Struve leitete seinen Wert aus Dorpater Meridianbeobachtungen von Sternen ab, indem er sie mit den ersten genauen Beobachtungen derselben Sterne durch Bradley in Greenwich verglich; sein Resultat war 0,016″ gröfser als das von Bessel gefundene, damals allgemein gebräuchliche. Es ist wesentlich dem Einflusse Auwers, des Astronomen der Berliner Akademie der Wissenschaften, zu verdanken, dafs Struves Wert allmählich allgemein in Aufnahme kam, ausgenommen in Frankreich, das die von seinem grofsen Leverrier dafür gefundene Zahl festhielt. Struves Wert der Präzessionskonstante ist auf Vorschlag einer in Paris 1896 zusammengetretenen Konferenz wieder verlassen worden zugunsten eines von Newcomb hergeleiteten, der 0,006″ kleiner ist als Struves und demnach 0,010″ gröfser als Bessels Wert. Ob dieses Aufgeben des Struveschen Wertes zugunsten des neuen berechtigt war, läfst sich bezweifeln. Gerade jetzt haben die beiden Hauptastronomen der Sternwarte Greenwich, Dyson und Thackeray, aus neuen, im sogenannten second-ten-year-catalogue vereinigten Greenwicher Beobachtungen, die sie mit dem berühmten, von ihnen neu berechneten Sternkataloge von Groombridge für 1810 verglichen, aufs neue die Präzessionskonstante abgeleitet und ihren Wert nur 0,001″ kleiner als Struve, also fast mit ihm identisch gefunden.

In treuer Nachfolge des von seinem Vater beschrittenen Weges war Otto Struves Hauptbeobachtungsgebiet das weite Feld der Doppelsterne. Mit dem 15zölligen Refraktor hat er eine grofse Zahl neuer Doppelsonnen entdeckt, die mit der Bezeichnung O Σ und einer laufenden Nummer — seines Vaters Entdeckungen sind durch Σ charakterisiert — in die Doppelsternverzeichnisse aufgenommen sind. Des weiteren hat er seines Vaters und seine eignen Doppelsterne genau vermessen, d. h. bestimmt, wieviel Bogensekunden der schwächere Stern von dem helleren absteht und welchen Winkel die Verbindungslinie beider mit der Richtung nach Norden einschliefst.

Wegen des geringen Abstandes der beiden Lichtpunkte, die selbst im Fernrohr für die engsten Doppelsternpaare sich zu berühren scheinen, sind diese Messungen mit starken, unvermeidlichen Fehlern verknüpft, darunter mit solchen, die an die Person des Messenden gebunden sind und von einem zweiten Beobachter nicht in gleichem Betrage begangen werden. Diese sogen. „persönlichen" Fehler hat

Otto Struve zum erstenmal nach einer eigenartigen Methode in umfangreicher Weise für seine Person zu bestimmen gesucht. An einem mehrere Kilometer von dem Refraktor entfernten Turme brachte er eine schwarze, gegen die Sehrichtung senkrecht gestellte Tafel an. In derselben waren eine Anzahl kreisrunder Löcher angebracht, in welche je nach Bedarf Zylinder von poliertem Kupfer eingesenkt werden konnten. Je zwei Kupferscheiben erschienen im Refraktor, wenn die Sonne sie beschien, vor der schwarzen Tafel wie die Komponenten eines Doppelsterns am schwarzen Nachthimmel. Die Tafel war drehbar eingerichtet, so dafs es möglich war, die Verbindungslinie der beiden künstlichen Sterne in jede beliebige Richtung gegen die Vertikale zu bringen. Da die Richtung sowie der Winkelabstand, unter dem die künstlichen Sterne im Refraktor erscheinen mufsten, bekannt war, liess sich durch Vergleiche mit den Messungen feststellen, um wieviel Struve diese künstlichen Sterne falsch mafs. So war er berechtigt, an seine nächtlichen Messungen wirklicher Doppelsterne die gefundene Differenz als Korrektion anzubringen, um sie von dem „persönlichen" Messungsfehler zu befreien.

Als später der 30-Zöller in Pulkova aufgestellt war, gingen die Doppelsternmessungen an diesen über und zugleich in die Hände von Hermann Struve, der darin seinen 70jährigen Vater ablöste.

Unter den weiteren Arbeiten Otto Struves am Refraktor sind zu nennen: Bestimmungen der Entfernungen der Sterne 1830 Groombridge Wega, 61 Cygni, Capella, Aldebaran, η und μ Cassiopeae, sowie eine Vermessung des Ringsystems des Saturn. Kleinere Beobachtungsreihen mögen übergangen werden. Die reiche Tätigkeit der Sternwarte unter seiner Leitung wird am besten durch die 14 Bände der „Observations de l'Observatoire de Poulkova" erwiesen, die unter seiner Direktion erschienen sind, ferner durch nahezu 400 kleinere Arbeiten, die von den Astronomen der Sternwarte in den Astronomischen Nachrichten, in der Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft, dem Bulletin sowie in den Mémoires der Petersburger Akademie der Wissenschaften u. a. a. O. publiziert sind.

Otto Struve war zweimal verheiratet. Aus seiner ersten Ehe mit Emilie Dyrssen stammen die beiden Söhne Hermann und Ludwig, die in der dritten Generation den Ruf dieser Astronomenfamilie erhalten. Als die fortschreitende Russifizieruung der Ostseeprovinzen indirekt Struves Abgang von Pulkova beschleunigte und ihm der Russe Bredichin in der Direktion gefolgt war, konnte Hermann Struve nur mit Freuden einem Ruf als Direktor der

Sternwarte in Königsberg Folge leisten, der 1895 an ihn erging und ihn wieder in das Stammland seiner Familie zurückführte. Von dort ward er 1904 als Nachfolger Foersters an die Sternwarte Berlin berufen. Möge es ihm vergönnt sein, aus der Sternwarte, deren Neubau in Aussicht steht, für Deutschland das zu machen, was Pulkova für Rufsland gewesen ist, einen Tempel der Urania, der über die Grenzen des eigenen Landes segensreich wirkt. Vorbedingung ist dazu freilich, dafs ebensowenig wie bei der Gründung von Pulkova mit den Mitteln gekargt wird. Es kann nicht oft genug betont werden, mit wie leistungsfähigen Instrumenten die Munifizenz amerikanischer Mäcene die dortigen Sternwarten ausgestattet hat und ausstattet und wie schwer es den Staatsinstituten des europäischen Kontinents wird, mit ihren oft gar bescheidenen Mitteln mit Amerika konkurrenzfähig zu bleiben. Ludwig Struve war zuerst in Pulkova, dann als Observator der Sternwarte in Dorpat tätig. Als sein Direktor Schwarz starb, dem nachzufolgen er berechtigt gewesen wäre, zog es die russische Regierung vor, ihn mit Lewitzky, dem Direktor der Sternwarte von Charkow, tauschen zu lassen, damit kein Deutscher den Lehrstuhl der Dorpater Universität besteige.

Otto Struve war es vergönnt, noch $15^1/_2$ Jahre in Mufse die Früchte seiner Arbeit zu geniefsen. Er zog sich von Pulkova erst nach Petersburg, dann nach Karlsruhe zurück, wohin ihn verwandtschaftliche Bande zogen. Sein reges wissenschaftliches Interesse bekundete er dort z. B. durch Eintritt in den naturwissenschaftlichen Verein der technischen Hochschule, in dem er trotz seiner 80 Jahre Vorträge hielt und sich an der Diskussion mit Lebhaftigkeit beteiligte. Sein allezeit gastliches Haus wurde oft von durchreisenden Astronomen aufgesucht. Es war ein Genufs, in zwanglosem Beisammensein den Altmeister von seinen zahlreichen persönlichen Beziehungen zu heimgegangenen und lebenden Fachgenossen, von seinen Arbeiten und Expeditionen erzählen zu hören. Die hohen Ehren, die sich im Laufe seines langen Lebens auf ihn gehäuft hatten, hatten seiner persönlichen Liebenswürdigkeit keinen Abbruch getan. In einem Nachruf in den Astronomischen Nachrichten rühmt sein langjähriger Mitarbeiter Nyren von ihm, dafs er für die Angestellten der Sternwarte stets eine väterliche Fürsorge bewiesen und sein bestes getan habe, um das gesellschaftliche Leben in der isolierten kleinen Gelehrtenkolonie Pulkova aufs angenehmste zu gestalten.

Auch dieses reiche Menschenleben ist nun erloschen. Aber über die Erinnerung hinaus, die Otto Struve in den Herzen seiner

Freunde und im Gedächtnis seiner Fachgenossen bewahrt ist, bleibt sein Name unvergefslich. Die ausgezeichnete Stellung, die er als Leiter von Pulkova bekleidete und arbeitsam ausfüllte, sichert ihm einen Platz in der Geschichte der Astronomie. Seine Doppelstern-entdeckungen und -Messungen aber rufen seinen Namen jeder kommenden Generation von Astronomen zu, die weiter messend die Umlaufsbewegung der O Σ-Sterne zu bestimmen versucht und dabei stets von neuem von Otto Struves Arbeiten ausgehen mufs.



Die totale Sonnenfinsternis am 30. August 1905.

Am 30. August dieses Jahres findet eine für unsere Gegenden partiale Sonnenfinsternis statt, bei welcher im mittleren Deutschland immerhin $^2/_3$ der Sonnenscheibe vom Monde abgeblendet werden, so dafs die Finsternis zu den bedeutenderen gehört. Die Zeitmomente des Beginnes und des Endes der Finsternis in M. E. Z. können aus der nachstehenden Tabelle für jeden Ort, dessen Längendifferenz gegen Berlin und dessen Breite bekannt sind, abgeleitet werden.

geogr. Breite	Länge 15 m westlich von Berlin		Länge von Berlin		Länge 15 m östlich von Berlin.		Größte Phase in Teilen des Sonnendurchmessers
	Anfang der Finsternis	Ende der Finsternis	Anfang der Finsternis	Ende der Finsternis	Anfang der Finsternis	Ende der Finsternis	
+ 48°	1 h 6,8 m	3 h 30,1m	1 h 13,1m	3 h 32,7m	1 h 19,2m	3 h 31,9m	0,73
49	6,1	28,1	12,3	30,6	18,3	32,7	0,71
50	5,5	26,0	11,5	28,5	17,5	30,6	0,69
51	4,9	23,9	10,8	26,3	16,7	28,4	0,67
52	4,3	21,9	10,2	24,2	15,9	26,2	0,66
53	3,8	19,8	9,6	22,1	15,2	24,0	0,64
54	3,4	17,8	9,0	20,0	14.5	21,9	0,63
55	3,0	15,7	8,4	17,8	13,8	19,7	0,61

Vorstehende Tabelle enthält die Angaben direkt für 24 Orte, welche an den Schnittpunkten der ganzen Breitengrade von 48° bis 55° und der drei Meridiane in den Längen — 15ᵐ, 0ᵐ und + 15ᵐ liegend gedacht werden. Für Orte, welche zwischen diesen Punkten oder auch

in Länge etwas aufserhalb der beiden äufseren Meridiane liegen, mufs zwischen den Angaben inter- resp. extrapoliert werden. Zwei Beispiele mögen dies klar machen.

Magdeburg liegt 7^m westlich von Berlin auf $52^0 8'$ Breite. Wir gehen aus von den für die Länge von Berlin und 52^0 Breite geltenden Zahlen $1^h 10{,}2^m$ für den Eintritt, $3^h 24{,}2^m$ für den Austritt 15^m Längenänderung nach Westen bewirken hier $-5{,}9^m$ resp. $-2{,}3^m$ in M. E. Z.; also 7^m $^7/_{15}$ davon d. h. $-2{,}8^m$ und $-1{,}1^m$, so dafs, wenn Magdeburg genau auf 52^0 Breite läge, die Zeiten resp. $1^h 7{,}4^m$ und $3^h 23{,}1^m$ sein würden. Die $8'$ Breite mehr machen $^8/_{60}$ von der Änderung auf 53^0 Breite d. h. von $-0{,}6^m$ resp. $-2{,}1^m$ oder $-0{,}1^m$ resp. $-0{,}3^m$. Demnach ist für Magdeburg: Zeit des Eintritts $1^h 7{,}3^m$, Zeit des Austritts $3^h 22{,}8^m$ M. E. Z.

Königsberg liegt $28{,}4^m$ östlich von Berlin, also $13{,}4^m$ oder sehr nahe $^9/_{10}$ des 15^m Intervalls noch über den östlicheren der drei gewählten Meridiane hinaus in $54^0 43'$ Breite. Hier gehen wir von den für 55^0 geltenden Zeiten $1^h 13{,}8^m$ resp. $3^h 19{,}7^m$ aus; 15^m Längenänderung nach Westen entsprechen $-5{,}4^m$ resp. $-1{,}9^m$, also $^9/_{10}$ dieser Änderung nach Osten $+4{,}9^m$ resp. $+1{,}7^m$. Eine Breitenänderung von -1^0 auf 54^0 bewirkt nach der Tabelle $+0{,}7^m$ resp. $+2{,}2^m$; hiervon ommen $^{17}/_{60}$, also $+0{,}2^m$ resp. $+0{,}6^m$ in Betracht. Man hat somit

	Eintritt	Austritt
für 15^m Länge östlich, 55^0 Breite	$1^h 13{,}8^m$	$3^h 19{,}7^m$
Änderung für $13{,}4^m$ östlicher Länge	$+4{,}9$	$+1{,}7$
„ „ $17'$ südlicher Breite	$+0{,}2$	$+0{,}6$

demnach für Königsberg: Anfang $1^h 18{,}9^m$, Ende $3^h 22{,}0^m$ M. E. Z.

Es mag bemerkt werden, dafs für Königsberg die Extrapolation in Länge auf Grund der Tabelle unsicher wird. Immerhin gibt eine genauere Rechnung mit den Angaben des Berliner Jahrbuchs nur wenig verschiedene Werte, nämlich $1^h 18{,}7^m$ resp. $3^h 21{,}8^m$, so dafs obige Zahlen für eine genäherte Kenntnis der Zeitmomente hinreichend sind.

Für Berlin selbst (Breite $52^0 30'$) hat man genau das Mittel der 5. und 6. Zahl der obigen Mittelkolonnen, nämlich Anfang $1^h 9{,}9^m$ Ende $3^h 23{,}1^m$.

Die Gröfse der Verfinsterung ist nach unserer Tabelle für Magdeburg 0,66, Königsberg 0,62, Berlin 0,65. Die genauere Rechnung gibt Magdeburg 0,67, Königsberg 0,57, Berlin 0,65, mit Ausnahme des stark extrapolierten Königsberger Wertes also hinreichend genau.

Das Eingreifen des Mondes erfolgt fast genau am rechten, westlichsten Randpunkt, der Austritt dagegen etwa in der Mitte des linken unteren Quadranten.

Die Sonne wird zweifellos zur Zeit der Finsternis mit Flecken bedeckt sein, da wir uns gerade in einem Fleckenmaximum befinden. Auch das Verschwinden und Wiederaufleuchten dieser hinter dem Mondrande wird zu beobachten sein.

Unter den Gegenden, über welche der Kernschatten des Mondes streift, liegen uns Deutschen das nördliche Spanien und die grofse Baleare Mallorca am nächsten, dann kommen das nordöstliche Algier und Tunis, endlich das Küstengebiet von Tripolis und Unterägypten in Betracht. Von den sonstigen Teilen des Festlandes, die der Mondschatten durchquert, ist Labrador zu weit entfernt und das südliche Arabien der Kultur zu wenig erschlossen.

Von den Expeditionen, die nicht ausschliefslich der strengen wissenschaftlichen Forschung, sondern mehr der Betrachtung des einzigartigen Schauspiels in fremden, schönen Gegenden gewidmet sind, nennen wir diejenige des Prof. Porro, Direktors der Sternwarte in Genua. Derselbe leitet eine von Genua am 23. August abgehende Expedition, welche zuerst zu Schiff nach Barcelona führt; dann werden in Palma auf Mallorca 3 Tage Aufenthalt, vom 28.—31. August, genommen, in welche die Beobachtung der Sonnenfinsternis fällt. Die Rückkehr nach Genua erfolgt am 2. September. Der volle Preis für die $10\,^1/_2$ tägige Reise schwankt zwischen 160 und 250 Mk. Anfragen sind an die Herren Semler & Gerhardt in Genua zu richten.



Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.

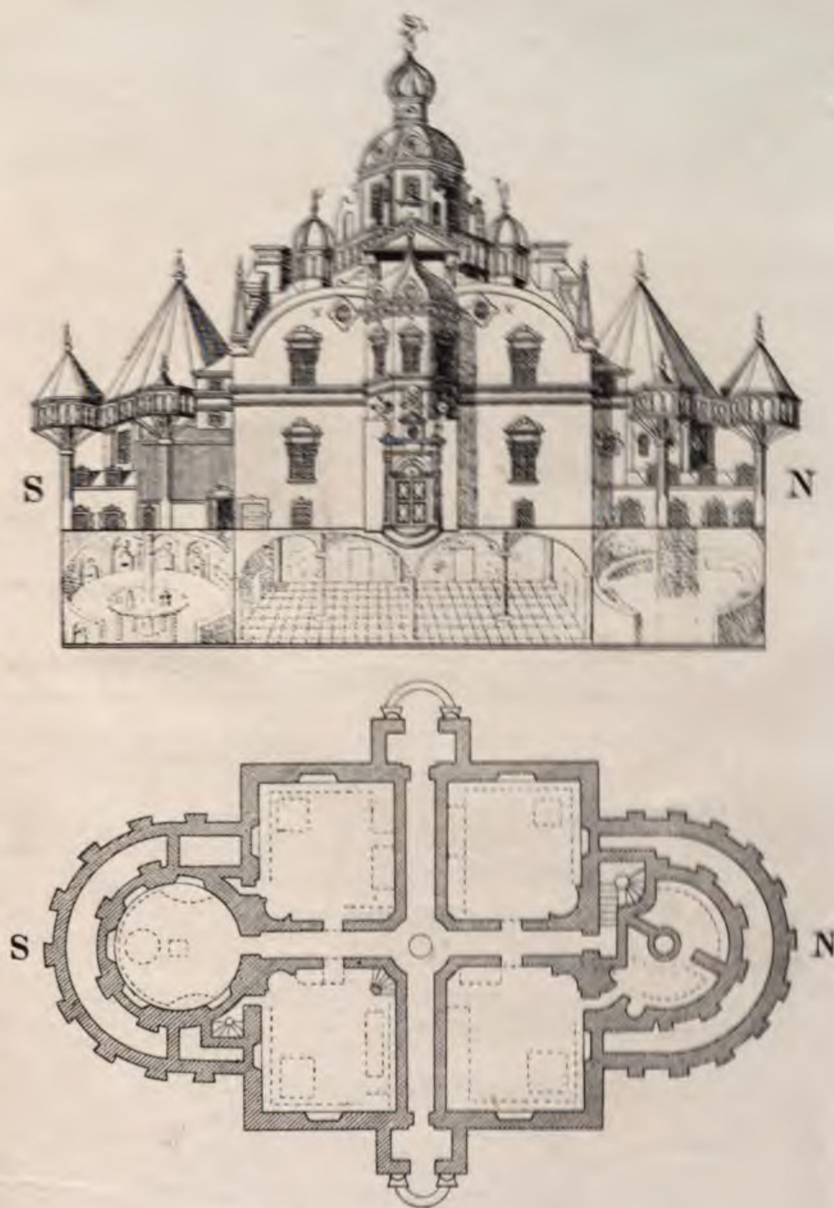


Fig. 1. **Uranienburg von der Ostseite.**
Plan des Erdgeschosses.



Tycho Brahe und seine Sternwarten auf Hven.[1])

Von M. J. Sand in Kopenhagen,
Königlich dänischer Hauptmann.

Wir stehen hier auf klassischem Boden, auf den Trümmern der einst so bedeutungsvollen Uranienburg.

Und wenn auch dieser Platz und diese spärlichen Überreste einer dahingeschwundenen Gröfse diesem oder jenem etwas geringfügig vorkommen mögen, so wollen wir nicht vergessen, dafs einst die Augen der ganzen wissenschaftlichen Welt auf diese kleine Insel gerichtet waren, dafs dieser Platz eine Zeitlang unstreitig der Mittelpunkt der astronomischen Wissenschaft war, und dafs die neuere, besonders die beobachtende Astronomie, die sozusagen seit dem klassischen Altertum geruht hatte, hier wiedergeboren und zu einer für die damalige Zeit wahrhaft erstaunlichen Vollkommenheit gebracht wurde.

Könnten wir uns etwas mehr als 300 Jahre zurückversetzen, dann würden wir an dieser Stelle ein imponierendes Gebäude — halb Schlofs, halb Sternwarte — sehen, eine Burg sehen, welche schon durch das eigentümliche Äufsere und noch mehr durch das Innere deutlich genug davon zeugte, dafs auch der Burgherr ein aufsergewöhnlicher Mann war — und der Burgherr war Tycho Brahe.

Ich, der ich nicht Astronom von Fach bin, wage natürlich nicht, so vielen Gelehrten gegenüber die Verdienste des grofsen Mannes um die Astronomie und die Mefskunst zu schildern. Ebensowenig gedenke ich eine ausführliche Darstellung seines Lebens und seiner

[1]) Vortrag, gehalten auf Hven am 8 August 1903 anläfslich des Besuches der XIV. allgemeinen Konferenz der internationalen Erdmessung.

Sternwarten zu geben. Nur in kurzen Zügen sei es mir erlaubt, sein Leben und seine Wirkungsstätte zu skizzieren.

Tycho — oder wie sein dänischer Taufname ist — Tyge Brahe war am 14. Dezember 1546 in Schonen, dem Lande dort hinter dem Sund, geboren und gehörte einer uralten dänischen Adelsfamilie an, die noch heute sowohl in Dänemark als auch in Schweden blüht.

Schon als Knabe legte er sich auf die lateinische Sprache, welche er bekanntlich späterhin meisterhaft beherrschte.

13 Jahre alt kam er nach der Kopenhagener Universität, wo er, der bestimmt war, als Staatsmann ausgebildet zu werden, besonders Rhetorik und Philosophie studieren sollte.

Alsbald nahm jedoch die Astronomie sein Interesse gefangen. Eine Sonnenfinsternis, die im Jahre 1560 zur vorausberechneten Zeit eintraf, kam ihm so grofsartig, ja fast göttlich vor, dafs er sich sogleich die Ephemeriden des Stadius und, weil er mit den darin enthaltenen kärglichen Erläuterungen nicht zufrieden war, in demselben Jahre noch die Ptolemäischen Werke anschaffte, so dafs er nun den Almagest studieren konnte. Im Jahre 1562, also im 16. Lebensjahre, wurde er nach der Leipziger Universität geschickt, namentlich um Jura zu studieren; auch hegten seine Angehörigen die Hoffnung, er würde an dem fremden Orte die Astronomie aufgeben. Allein trotz aller Bemühungen von seiten seines Begleiters geschah dies nicht; im Gegenteil wandte er einen grofsen Teil seines Geldes zum Ankauf astronomischer Bücher an.

So verschaffte er sich die Alphonsinischen und Prutenischen Tafeln, sah aber bald ein, dafs die berechneten Örter der Planeten mit den tatsächlichen nicht übereinstimmten, und so gelangte er schon als sechzehnjähriger junger Mann zu der Überzeugung, dafs man nur durch genaue und systematisch fortgesetzte Beobachtungen den wirklichen Lauf der Planeten kennen lernen könnte. Sein erstes Instrument war ein gewöhnlicher Zirkel, bald aber kaufte er sich einen sogenannten Jacobsstab, mit dem er nachts heimlich beobachtete, wenn sein Begleiter schlief.

Da die Teilung dieses Instrumentes nur schlecht war, und da er kein Geld hatte, ein besseres zu kaufen, sehen wir den ganz jungen Mann eben dieselbe Methode einschlagen, welche jetzt üblich ist, indem er die Teilungsfehler bestimmte und Korrektionstafeln berechnete.

Nach dreijährigem Aufenthalt in Leipzig wurde Tycho heimberufen, verblieb aber nur kurze Zeit in Dänemark, indem er schon zu Anfang des Jahres 1566 nach Deutschland wieder zurückging.

Zuerst kam er nach Wittenberg, welche Stadt er aber der Pest wegen bald verlassen mufste, und dann nach Rostock. Hier geriet er infolge seines hitzigen Temperaments mit einem anderen dänischen Edelmann in Streit und verlor bekanntlich bei dem dadurch veranlafsten Zweikampf ein Stück seiner Nase.

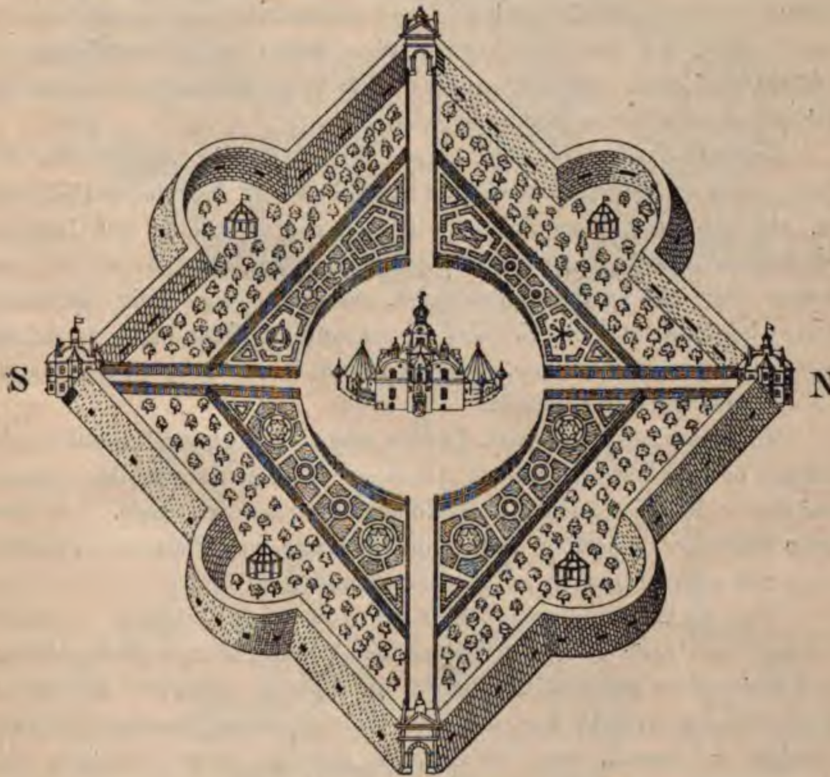


Fig. 2. **Uranienburg und Umgebung.**

Im Sommer 1567 besuchte er wieder seine Heimat, allein er dürfte sich hier kaum wohl befunden haben, da seine Familie mit den astronomischen und naturwissenschaftlichen Studien, die er seit langem fast ausschliefslich trieb, gar nicht einverstanden war.

Wiederum reiste er nach Rostock, dann nach Basel und kam endlich im Jahre 1569 nach Augsburg. Hier traf er unter anderen die beiden Brüder Hainzel, welche sich sehr für die Astronomie interessierten und gute Instrumente zu besitzen wünschten, um beobachten zu können. Für diese konstruierte Tycho dann einen riesenhaften Quadranten von ungefähr 18 Fufs Radius; ferner baute er einen

Sextanten als Geschenk für den Ratsherrn Paul Hainzel, und endlich begann er hier seinen berühmten Himmelsglobus, den er aber vor seiner Abreise nicht vollenden konnte.

1570 verliefs Tycho Augsburg und kehrte wieder nach seiner Heimat zurück, wahrscheinlich wegen Erkrankung seines Vaters. Nach dessen Tode lebte er ein paar Jahre meistens in Schonen, besuchte nur bisweilen Kopenhagen und scheint sich fast ausschliefslich der Chemie, mit der er sich auch schon früher beschäftigt hatte, gewidmet zu haben, jedenfalls finden sich keine astronomischen Beobachtungen aus dieser Zeit vor.

Da trat ein Ereignis ein, durch welches Tycho dauernd für die Astronomie gewonnen wurde. Am Abend des 11. November 1572 sah er, als er aus seinem Laboratorium ging und zufällig gen Himmel blickte, im Sternbild der Cassiopeja einen Stern, der so hell wie die Venus war und an einem Ort stand, wo sich vorher kein sichtbarer Stern befunden hatte. Er war so erstaunt hierüber, dafs er seinen eigenen Augen nicht traute, sondern seinen Diener und andere fragte, ob sie auch den Stern sähen.

Mit einem Sextanten, den Tycho soeben fertiggestellt hatte, beobachtete er nun fortdauernd die Abstände des Sternes von den nächststehenden hellen Sternen und konstatierte dadurch bald, dafs der neue Stern an demselben Orte blieb, solange er überhaupt sichtbar war, und dafs er gar keine Parallaxe zeigte.

Der Stern war natürlich auch von vielen anderen gesehen worden, und nach und nach bekam Tycho eine Menge geschriebener und gedruckter Berichte darüber in die Hände. Trotzdem er damals eigentlich der Ansicht war, es passe nicht für einen Edelmann, Bücher drucken zu lassen, trat bei ihm, da sich in jenen Berichten viel Unsinn vorfand, der Wunsch auf, eine richtigere Darstellung der Erscheinung zu geben. Von seinen Freunden hierzu ermutigt, erlaubte er, dafs seine Schrift „De nova stella" 1573 gedruckt wurde.

Bald wurde Tychos Name in Kopenhagen so bekannt, dafs Studenten ihn aufforderten, Vorlesungen über Mathematik und Astronomie an der Universität zu halten, welchem Wunsche er auch im Winter 1574 nachkam, nachdem der König selbst ihn darum gebeten hatte.

Wiederum trat er eine gröfsere, schon früher geplante Reise an. Zuerst ging er nach Kassel, um Bekanntschaft mit dem damals schon als Astronom berühmten Landgrafen Wilhelm IV. anzuknüpfen. Von diesem wurde Tycho aufs freundlichste empfangen, und obschon die

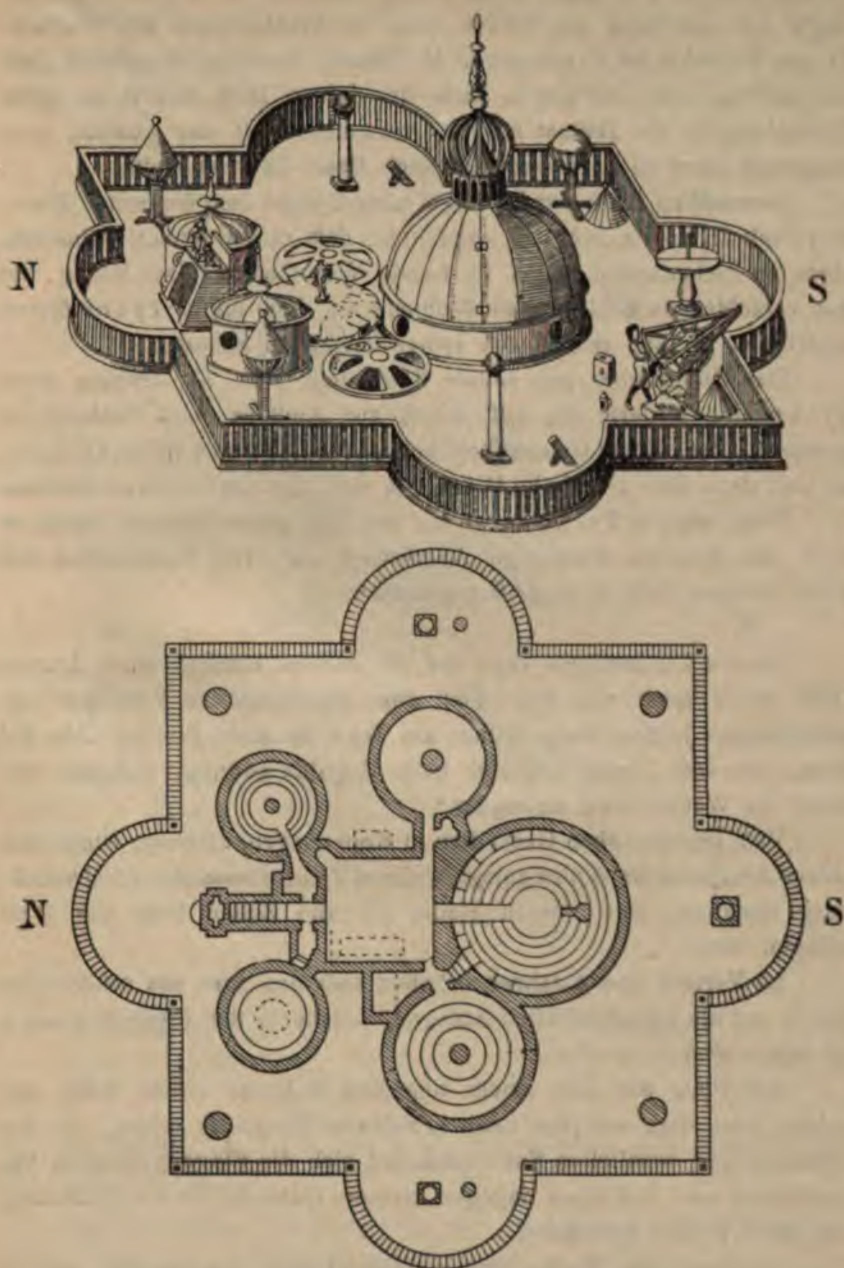


Fig. 3. Sternenburg von der Westseite.

beiden Männer sich später nicht wieder sahen, blieben sie doch, solange der Landgraf am Leben war, in beständigem Briefwechsel. Ferner besuchte er Frankfurt a. M., Basel, Venedig, Augsburg und Regensburg, und erst gegen Ende des Jahres 1575 kehrte er über Wittenberg in die Heimat zurück, vermutlich mit der Absicht, sein Vaterland ganz zu verlassen und nach Basel überzusiedeln.

Inzwischen hatte der Landgraf aber Tycho dem dänischen König Friedrich II. so eindringlich empfohlen, dafs dieser lebhaft wünschte, einen so bedeutenden Mann im Lande festzuhalten. Der König bot ihm verschiedene Schlösser als Wohnsitz an, doch lehnte Tycho dieses Anerbieten ab und reiste nach seiner Heimat in Schonen.

Der König aber gab seinen Plan nicht auf. Er schickte nach Tycho und forderte ihn auf, sofort zur Audienz nach Seeland zu kommen. Bei dieser Gelegenheit bot er ihm die Insel Hven als Lehn an und dazu sehr reichliche Mittel, um sich dort einrichten zu können.

Noch zögerte Tycho, aber auf den Rat seiner Freunde nahm er doch das überaus freigebige Anerbieten an. Die Vorarbeiten auf Hven wurden bald in Angriff genommen.

Gerade am heutigen Tage vor 327 Jahren, nämlich am 8. August 1576, stand auch wie jetzt hier eine repräsentative Versammlung zweifelsohne jedoch etwas früher am Tage, zu einer Stunde, „als die Sonne mit dem Jupiter zugleich beim Regulus aufging, während der Mond im Wassermann unterging.“

Vom französischen Gesandten in Kopenhagen, Dancey, wurde der Grundstein jenes Gebäudes gelegt, welches Tycho bezeichnend Uranienburg benannte, und dessen Name für alle Zeiten über die Welt klingen wird.

Im Verlauf von 4 Jahren erhoben sich nun hier das schöne Gebäude und die eigentümlichen Anlagen, welche in den Figuren 1 und 2 zu sehen sind.

Der Platz war von einem ungefähr 5 Meter hohen Wall umgeben, von dem wir jetzt noch erhebliche Überreste sehen. In der östlichen und westlichen Ecke befanden sich die Eingangstore, in der nördlichen und südlichen dagegen kleinere Gebäude für die Bedienung und für Tychos Druckerei.

Innerhalb des Walles war ein Gürtel von Obstbäumen und in den Ausbiegungen des Walles befanden sich kleine Lauben, ferner ein Blumengarten und endlich ein freier Platz, in dessen Mitte das Hauptgebäude stand.

Der Grundrifs dieses Gebäudes war ein Quadrat, dessen Seiten genau in den vier Himmelsrichtungen lagen; an der Süd- und Nordseite waren turmartige Ausbauten. Die ganze Länge des Gebäudes betrug ungefähr 90 Fufs, die Mauerhöhe des Mittelgebäudes 34 Fufs,

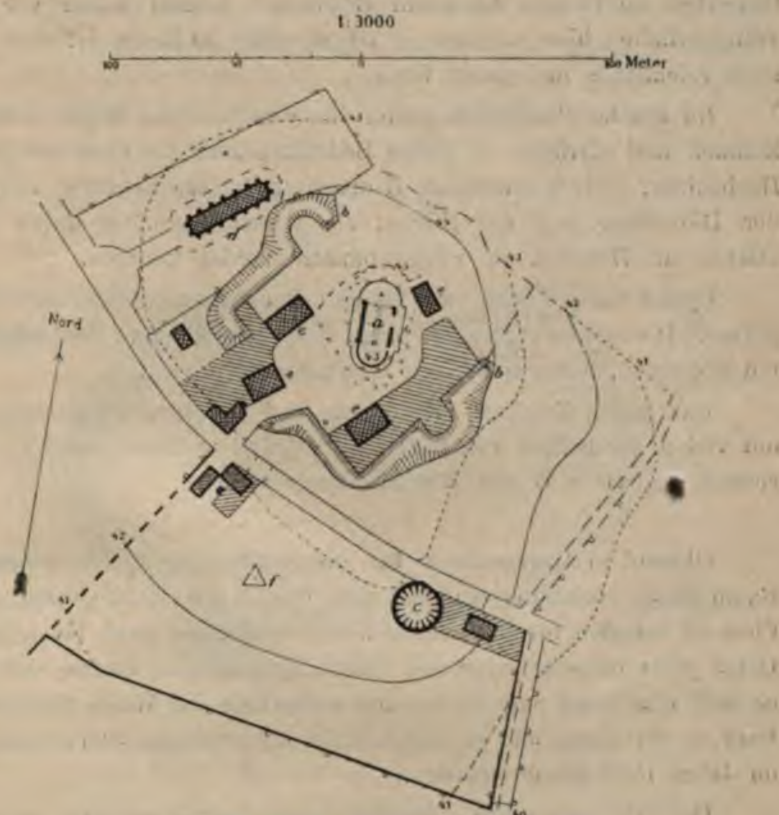


Fig. 4. Umgebung der Tychonischen Ruinen.

a) Ruinen von Uranienburg.
b) Überreste der Wälle.
c) Ruine von Sternenburg.
d) Neue Kirche.
e) Schul- und Wohnhäuser.
f) Neue astronomisch-geodätische Station.

Höhenzahlen in Metern.

und der Pegasus, welcher den Mittelturm krönte, stand ungefähr 57 Fufs über dem Boden.

Die Einrichtung des Bauwerks war die folgende: Im Erdgeschofs (Fig. 1) war die Mittelpartie durch Gänge in 4 Räume geteilt, von denen der südöstliche als Aufenthalt für die Familie benutzt wurde, während die anderen für Gäste bestimmt waren. Im südwestlichen wurde aber später der grofse Mauerquadrant aufgestellt.

Im südlichen Turm befand sich die Bibliothek, in der auch unter anderem der Himmelsglobus stand, im nördlichen Turm die Küche. Im Kellergeschofs unter der Bibliothek — also hier, wo ich stehe — war ein chemisches Laboratorium eingerichtet und im gegenüberliegenden nördlichen Raum ein Brunnen. Diesen sehen wir noch völlig erhalten hier vor uns; er ist ungefähr 20 Meter tief und liefert noch reichliches und gutes Wasser.

Im zweiten Stockwerk waren 4 in verschiedener Weise dekorierte Zimmer und darüber 8 kleine Bodenkammern für Studierende und Beobachter. Die eigentlichen Beobachtungsplätze befanden sich über der Bibliothek und der Küche; sie waren geschützt durch spitze Dächer aus Brettern, die weggenommen werden konnten.

Später wurden noch zwei kleinere Beobachtungsplätze auf Pfeilern gebaut. Die um die Plätze laufenden Galerien sollten zu Beobachtungen mit kleineren, leicht tragbaren Instrumenten dienen.

Das ganze Gebäude war reich und geschmackvoll ausgeziert, mit vielen Inschriften versehen und enthielt mehrere sinnreiche Einrichtungen, wie z. B. ein Wasserleitungssystem.

Obwohl in Uranienburg für die Aufstellung vieler Instrumente Raum genug vorhanden war, sah sich Tycho doch bald genötigt, mehr Platz zu schaffen für die zahlreichen Schüler, die nach Hven kamen. Damit jeder einzelne möglichst unabhängig arbeiten könnte, entschlofs er sich, eine ganz neue Sternwarte aufserhalb der Wälle der Uranienburg zu errichten, und so entstand die eigentümliche Sternenburg, die im Jahre 1584 gebaut wurde.

Um die Instrumente möglichst gegen Erschütterungen durch den Wind zu sichern, wurden dieselben in unterirdischen Räumen oder Krypten aufgestellt, so dafs nur die Dächer über die Erde emporragten.

Wie die Fig. 3 ausweist, hatte diese Sternwarte eine gewisse Ähnlichkeit mit einem kleinen modernen Fort mit Panzerkuppeln.

Aus dem Grundplan ersehen wir, dafs hier 5 Beobachtungsräume waren; von diesen wurden jedoch die zwei nördlichsten, die etwas höher als die anderen lagen, erst später gebaut. In der Mitte war ein Arbeitszimmer, und von hier führten die Gänge nach den 3 südlichen Krypten. Auf dem Platz, der von einer niedrigen Bretterwand umgeben war, befanden sich mehrere Pfeiler und sonstige Vorrichtungen für Beobachtungen im Freien.

Es würde uns gar zu weit führen, des näheren die Tychonischen Instrumente zu beschreiben, nur soll hervorgehoben werden, dafs die meisten nach unseren Begriffen von wahrhaft gigantischer Gröfse waren und dafs sie, ein paar der kleineren ausgenommen, alle in seiner eigenen Werkstatt verfertigt waren.

Aufser dem festen Mauerquadranten, der, wie schon erwähnt, in Uranienburg seinen Platz hatte, müssen die in der Sternenburg aufgestellten Instrumente zu Tychos wichtigsten gezählt werden.



Fig. 5 Überreste von Uranienburg 1901

In der südlichsten Krypte stand sein gröfstes Instrument, eine Äquatorialarmille; dieselbe war mit einem Deklinationskreis von 9 Fufs Durchmesser und mit einem Halbkreis von 11 Fufs Durchmesser, der die nördliche Hälfte des Äquators darstellte, versehen.

In der südöstlichen Krypte war ein Sextant von 5 Fufs Radius so aufgestellt, dafs man mit diesem Winkel in jeder beliebigen Ebene messen konnte. In der südwestlichen Krypte befand sich der grofse Azimutalquadrant, dessen Bogen einen Radius von 6 Fufs und dessen Azimutalkreis einen Durchmesser von 11 Fufs hatte.

Ein ähnlicher, etwas kleinerer Quadrant war in der nordöstlichen Krypte aufgestellt, und endlich befand sich in der nordwestlichen Tychos Zodiakalarmille.

Es ist noch zu bemerken, dafs auch die Zeitmesser der damaligen Zeit auf Tychos Sternwarten vorhanden waren — die Pendeluhren waren noch unbekannt —, doch verliefs sich Tycho niemals für längere Zeit auf seine Uhren, sondern ermittelte häufig die Zeit aus Höhenbeobachtungen.

Dies waren im wesentlichen die Einrichtungen, die Tycho auf Hven zur Verfügung standen.

Von der Natur so überaus reich ausgerüstet, hatte er durch eifriges Studium sich die ganze klassische Wissenschaft anzueignen verstanden. Sein vieljähriger Aufenthalt im Auslande hatte ihn in Beziehung zu einer Menge von bedeutenden Gelehrten gebracht, und der praktische und für rationelle Metoden veranlagte Mann war nunmehr im Besitze eines Apparats, wie ihn kein früherer und kein zeitgenössischer Astronom je gehabt hatte — und Tycho Brahe war der Mann, denselben auszunutzen.

In den 20 Jahren, in welchen er auf Hven wirkte, brachte er ein Beobachtungsmaterial zusammen, so grofs, wie es die Welt früher nie gesehen und wie sie es in mehr als 100 Jahren nachher nicht wieder sah. Dieses Material war von solcher Präzision, dafs man sich schwer vorstellen kann, dafs es hätte übertroffen werden können, wenn nicht das Fernrohr erfunden worden wäre.

Der Name von Tycho Brahe und Uranienburg überflog Europa; Schüler strömten von nah und fern nach Hven, um von dem grofsen Meister zu lernen, und kein bedeutender Ausländer kam nach Dänemark, ohne Tycho zu besuchen, Könige und Fürsten nicht ausgenommen!

Leider dauerte diese Blütezeit nur allzu kurz! —

Wir wollen uns nicht bei den Verhältnissen aufhalten, die schliefslich bewirkten, dafs Tycho Hven verliefs. Einerseits war es mangelnde Fähigkeit der leitenden Stellen, Tychos Bedeutung für die Wissenschaft und die Ehre des Landes vollauf zu würdigen und deswegen seinen schwachen Seiten gegenüber nachsichtig zu sein, andererseits war es Tychos reizbares Temperament und seine nicht zu leugnende Nachlässigkeit in seinen Pflichten als Vasall und Staatsbürger. Kurz, Tycho entschlofs sich, im Frühjahr 1597 Hven zu verlassen, seine Instrumente und sein ganzes bewegliches Eigentum mit sich nehmend, so dafs nur die leeren Gebäude zurückblieben.

Bekannt ist, wie er sich nachher vergeblich bemühte, sich mit seinem Könige wieder auszusöhnen, und wie er vom Kaiser Rudolph II.

zwei Jahre später nach Prag berufen wurde. Seine Tätigkeit dort dauerte aber nur kurze Zeit; am 24. Oktober 1601 starb er, kaum 55 Jahre alt.

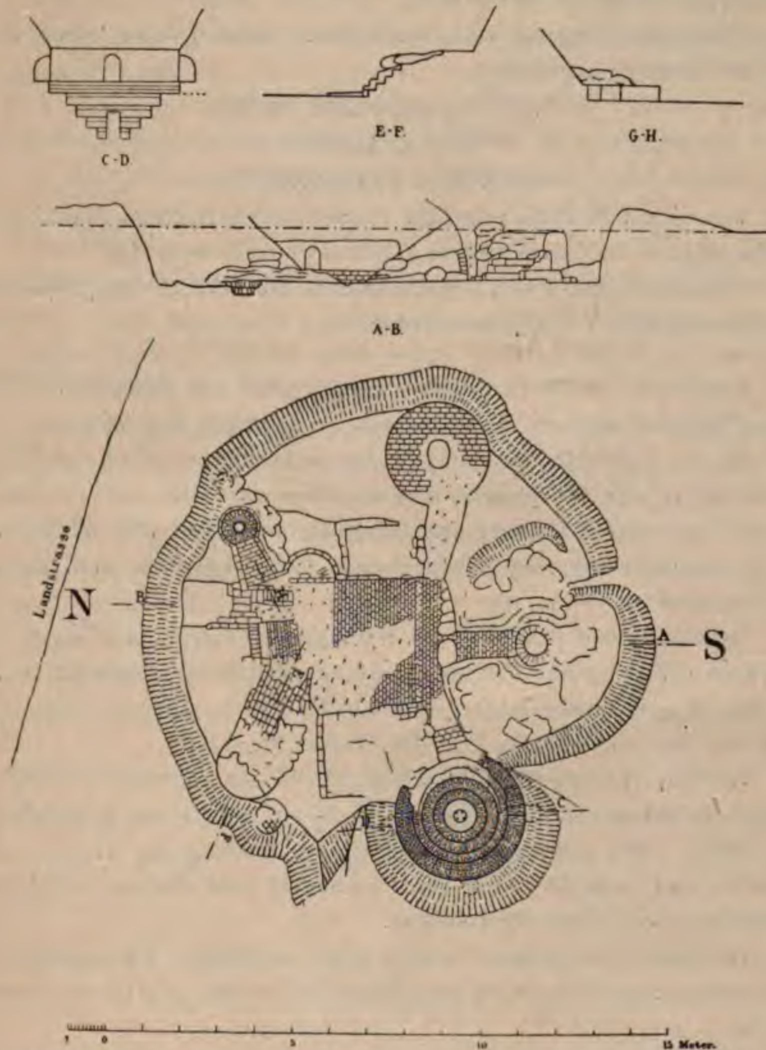


Fig. 6. Überreste von Sternenburg 1901.

Mit Wehmut gedenkt man des Meteorartigen in der Erscheinung des großen Astronomen und seiner Sternwarten auf Hven.

Die Gebäude, von denen er gedacht haben mag, sie würden Jahrhunderte hindurch die Tempel der Wissenschaft bleiben, ver-

fielen bald, und schon 1623 sehen wir die Backsteine Uranienburgs für andere Zwecke verwendet. So völlig war die Zerstörung, dafs schon 50 Jahre nach Tychos Tod sozusagen keine überirdische Spur von seinen Gebäuden übrig war.

Über dem Eingang von Sternenburg hatte Tycho einen Stein mit der Inschrift angebracht:

NEC FASCES NEC OPES
SOLA ARTIS
SCEPTRA PERENNANT

oder wie es auf deutsch ungefähr heifsen würde: „Nicht Macht, nicht Reichtum, nur die Herrschaft der Künste dauert ewig fort“.

Schwerlich hat Tycho geahnt, dafs diese Worte so prophetisch für ihn und sein Werk sein würden!

Der Platz der Tychonischen Sternwarten lag wesentlich in demselben Zustand von ca. 1650 an bis zur jetzigen Zeit (Fig. 4.). Ab und zu sind die Ruinen von Gelehrten besucht worden, und diese haben sie in der Hauptsache übereinstimmend beschrieben. So besuchte der spätere Bischof und Schriftsteller Huet 1652 Hven, und von ihm wissen wir, dafs schon damals fast keine Spur von den Gebäuden mehr zu sehen war.

Ganz dasselbe berichtet der französische Astronom Picard, der im Jahre 1671 von der Pariser Akademie nach Hven geschickt wurde, um die geographische Lage Uranienburgs zu bestimmen; schon damals war der nordöstliche Teil des Walles geschleift.

Endlich vor ungefähr 90 Jahren wurde der südwestliche Teil des Walles durchbrochen und ein Schulhaus auf dem Platz aufgeführt.

Schon 1823 unternahm man eine Ausgrabung der Ruinen, und dasselbe fand statt im Jahre 1901 anläfslich der dreihundertjährigen Wiederkehr von Tychos Todestag.

Bei dieser Gelegenheit wurde eine sorgfältige Vermessung der noch vorhandenen Überreste ausgeführt, so wie es die Figuren 5 und 6 zeigen.

Professor Charlier in Lund, der die Ausgrabung leitete, hat die Ruinen in einer sehr ansprechenden und pietätvollen Weise beschrieben und hat gütigst die Originalpläne kopieren lassen, wofür wir ihm vielen Dank schuldig sind.

Man sieht, dafs nicht ganz unbedeutende Überreste von der so interessanten Sternenburg existieren. Leider sind sie aber wieder zugedeckt worden, so dafs wir uns damit begnügen müssen, nur den

Platz sehen zu können. Von Uranienburg ist nicht viel mehr vorhanden als das, was wir hier sehen.

Obwohl der letzte Teil von Tychos Leben für seine Landsleute wenig erfreulich und das Schicksal seiner Sternwarten ein gar trauriges gewesen ist, so können wir uns dennoch freuen, dafs sein Wirken hier am Platze die schönsten Früchte trug. Zwar wurde es ihm nicht vergönnt, diese Früchte zu pflücken, aber ein grofses Glück war es, dafs seine unschätzbaren Beobachtungen in die Hände eines Mannes wie Kepler gelangten.

Was Tycho noch hätte leisten können, wenn er länger gelebt und Zeit gehabt hätte, seine Beobachtungen zu bearbeiten, weifs niemand. Jetzt tragen die fundamentalen Gesetze des Sonnensystems mit Recht Keplers Namen, aber gewifs darf man sagen: ohne Tycho Brahe auch kein Kepler!

Allein Tychos Ruhm ist grofs genug. Der Mann, den Bessel einen König unter den Astronomen nannte, wird immer seinen Platz unter den Heroen dieser erhabenen Wissenschaft behalten, und der Name Tycho Brahe wird nie in Vergessenheit geraten, denn, wie der dänische Dichter sagt: „von ihm und von seinen Taten spricht am Himmel die goldene Schrift!“

Ehre sei seinem Andenken!





Die Kautschuk-Gewinnung in Brasilien.

Von E. Ule in Berlin.

Kautschuk oder Gummi nennen wir ein Produkt, das aus dem Milchsaft verschiedener Pflanzen gewonnen wird und sich durch seine Festigkeit, Elastizität und Undurchdringbarkeit gegen Wasser auszeichnet. Da mit Gummi auch verschiedene Stoffe bezeichnet werden, welche einen Klebstoff darstellen, so dürfte der Name Kautschuk vorzuziehen sein. Sehr mannigfach ist die Verwendung dieses Stoffes; zur Herstellung von Gummischuhen, Regenmänteln, Schläuchen, Kappen und vielen chirurgischen und wissenschaftlichen Instrumenten wird er gebraucht, ja eine Anzahl Erfindungen der Neuzeit, wie zum Beispiel die Fahrräder, wären ohne Kautschuk unmöglich oder wenigstens nicht benutzbar. Durch die Erfindung des Hartgummis werden jetzt auch viele Gegenstände, die früher aus Horn oder Metall verfertigt wurden, aus diesem Stoffe hergestellt. So steigt denn von Jahr zu Jahr der Bedarf an Kautschuk und damit auch die Produktion; dieselbe betrug im Jahre 1894 zirka 30 000 Tonnen und hat sich innerhalb 10 Jahren auf zirka 61 000 Tonnen (im Jahre 1903) reichlich verdoppelt. Immer schwieriger wird es, den Bedarf an Kautschuk zu decken.

Seiner Gewinnung hat man daher mehr Aufmerksamkeit zugewendet und denkt daran, durch die Erschliefsung neuer Gebiete, in denen Kautschuk gebende Pflanzen wachsen, oder auch durch die Förderung der Kultur derselben einem drohenden Mangel abzuhelfen.

Sind wir nun auch von Kindesbeinen an mit den aus Kautschuk gefertigten Gegenständen bekannt, so werden doch wenige eine rechte Vorstellung davon haben, wie und von welchen Pflanzen dieser Stoff gewonnen wird. Gewifs denkt da mancher an die Gummibäume (Ficus elastica), die oft unsere Zimmer schmücken, und nicht ganz mit Unrecht, denn in Indien wird Kautschuk in der Tat von Gummibäumen gewonnen, wenn auch nicht die erste Qualität und nur etwa

$^1/_{20}$ der Gesamtproduktion. Den 30—40 Meter hohen Gummibaum mit viel kleineren Blättern wird man aber kaum wiedererkennen.

Es sind fast nur die tropischen Länder, in denen Kautschuk von Bäumen, Lianen, Sträuchern oder seltener krautartigen Pflanzen gewonnen wird. Die Zahl der Arten der Kautschukpflanzen, die verschiedenen Familien angehören, geht in die Hunderte, doch besitzt nur ein Teil davon eine gröfsere Bedeutung. Die weitaus wichtigsten Kautschukpflanzen liefern die Familien der Euphorbiaceen, Moraceen und Apocynaceen.

Betrachten wir zunächst die Erdteile, welche Kautschuk liefern, so müssen zunächst Europa und Australien ausgeschieden werden, obwohl letzteres in Neu-Guinea und auf einigen Inseln des Stillen Ozeans Kautschuk erzeugt, dessen Menge aber zur Gesamtproduktion doch nur belanglos ist. Asien ist dagegen etwa mit $^1/_{15}$ an der Weltproduktion beteiligt, und zwar sind es besonders Bengalen, Burma und die Sunda-Inseln, wo Kautschuk von Ficus elastica und einigen anderen wilden Feigenbäumen gewonnen wird. In neuerer Zeit wird dort aber auch vielfach die Kultur von Kautschukbäumen betrieben. Bedeutend mehr Kautschuk wird in Afrika erzielt, das etwa $^1/_{3}$ für den Weltmarkt abgibt. Viele Arten von Kautschukpflanzen, die zum Teil noch nicht einmal wissenschaftlich festgestellt sind, kommen zerstreut über einen grofsen Teil des dunkeln Kontinents vor. Am meisten Kautschuk wird aus Lagos, Angola, der Goldküste sowie dem Kongo ausgeführt, während Madagaskar, Sierra Leone und Französisch Guinea nur geringere Mengen liefern. Unter den Kautschukpflanzen sind besonders Arten der Gattungen Landolphia und Kickxia aus der Familie der Apocynaceen zu nennen. Die Landolphia-Arten, die als Lianen im Walde wachsen, sind die wichtigsten Kautschuk liefernden Pflanzen Afrikas. Gewöhnlich werden bei der Ernte von Kautschukmilch die armdicken Stämme bis auf den Splint durchhauen und dadurch die Pflanzen zerstört. Die Kickxia-Arten stellen hohe Bäume dar, welche angezapft werden. Die Methode der Koagulation der Kautschukmilch ist in Afrika meist eine sehr primitive, denn entweder läfst man sie gleich an der Luft gerinnen oder man fügt Säuren hinzu. Auch Erwärmen und langes Stehenlassen kommt in Anwendung. Bei dem Gerinnen formt man den Kautschuk meist zu kleineren oder gröfseren Ballen.

Der wichtigste Erdteil für die Kautschukproduktion ist ohne Zweifel Amerika; von dort kommen zwei Drittel allen Kautschuks, von dem ein grofser Teil zu der besten Qualität gehört. Es läfst sich hier

ein nördliches, mittleres und südlicheres Kautschukgebiet unterscheiden. Das nördliche Gebiet reicht von Mexiko bis Venezuela und Kolumbien, wo man besonders aus einem Baume (Castilloa elastica), der zu den Moraceen gehört und von den Eingeborenen „Ule" genannt wird, Kautschuk gewinnt.

Im südlicheren Gebiete wächst in den Steppen Zentralbrasiliens ein kleiner Baum (Hancornia speciosa) aus der Familie der Apocynaceen, der ebenfalls Kautschuk gibt. Dieser Baum gleicht etwa einem kleinen Obstbaum und liefert efsbare Früchte, die wie Pfirsiche aussehen und Manga genannt werden, wonach er selbst den Namen Mangabeira erhalten hat. Weiter nördlich im Staate Ceará ist noch die Maniçoba (Manihot Glaziovii), eine Euphorbiacee, als Kautschukpflanze bekannt. Sie ist mit dem Ricinus verwandt, besitzt aber viel kleinere Blätter und wird nur ein mittelhoher Baum.

Wenden wir uns nunmehr dem reichsten Kautschukgebiet der Welt zu, nämlich den unermefslichen Urwäldern des Amazonenstromes und seiner Zuflüsse; dasselbe erzeugt mehr als die Hälfte alles Kautschuks. Dazu kommt noch, dafs ein grofser Teil des hier gewonnenen Materials als das beste allgemein anerkannt ist, dem nur wenige afrikanische Sorten gleich kommen. Durch diese Umstände ist bei einer Schilderung der Kautschuk-Gewinnung ein Eingehen auf die dortigen Verhältnisse besonders geeignet.

Die jährliche Ausfuhr von Kautschuk am Amazonenstrom ist jetzt bis auf 31 223 Tonnen gestiegen; dabei sind kleinere Mengen, welche über Bolivien und Chile oder über Matto Grosso und Argentinien gehen, nicht mitgerechnet. Der wichtigste Baum, von dem auch der meiste Kautschuk, der eigentliche Paragummi, gewonnen wird, ist die Seringa: Hevea brasiliensis. Es ist ein Baum von über 20, ja bis 40 Meter Höhe, mit hohem Stamme und lockerer, nicht sehr ausgebreiteter Krone. Die dreizähligen Blätter wechseln sehr in der Gröfse und Form der Teilblättchen, so dafs sie wie der etwas kürzere Blattstiel zwischen 10 und 30 Centimeter Länge schwanken. Die Teilblättchen sind meist von lanzettförmig-elliptischer Gestalt, ganzrandig und lang zugespitzt. Im März oder April verlieren die Bäume ihr Laub und entwickeln dann im Juli bei der Wiederbelaubung auch ihre Blütenrispen mit getrenntgeschlechtlichen, kleinen, gelblichen Blüten. Die Früchte von Hevea brasiliensis reifen im Dezember und Januar. Es sind dreiteilige Kapselfrüchte, deren Fächer je einen Samen enthalten, welcher an Gröfse etwa einer grofsen Haselnufs gleicht. Aufser dieser Hevea brasiliensis gibt es noch

andere Arten von Hevea und verschiedene andere Bäume, welche Kautschuk liefern, doch ihr an Menge und Bedeutung für den Handel nachstehen. Wenigstens zwei Drittel alles Kautschuks vom Amazonenstrome rührt von Hevea brasiliensis her, und damit liefert dieser Baum ein Drittel der ganzen Weltproduktion.



Fig. 1. **Baum des Paragummis, Hevea brasiliensis.**
Nach photographischer Aufnahme
von Georg Huebner in Manáos. 1904.*)

Die Gegenden, in denen Hevea brasiliensis vorkommt, sind besonders das Mündungsgebiet des Amazonenstromes und dann die rechtsseitigen oder südlichen Nebenflüsse desselben, bis zu deren äufsersten Quellen hinauf. Auf der nördlichen Seite des Amazonen-

*) Mit gütiger Erlaubnis des Herrn Georg Huebner sind zu 5 von diesen Abbildungen Photographien der Photographia allemão von G. Huebner & Amaral in Manáos verwendet worden. Ein Teil dieser Bilder sind auch in einer Serie von 8 prachtvollen Heliogravüren von G. Huebner herausgegeben worden und zu beziehen von O. Scheich Nachf., Dresden-A. 9.

stromes breitet sich Hevea brasiliensis nicht weit aus, sondern wird durch andere Arten ersetzt. Das Gebiet, in dem der Baum des Paragummis wächst, erstreckt sich vom Äquator bis etwa zum 16. Grad südlicher Breite und erreicht eine Ausdehnung wie ungefähr halb Europa. Ein feuchtheifses Klima herrscht in jenen Gegenden, in denen die Temperatur nur zuweilen unter 20° C. sinkt. Niederschläge erfolgen das ganze Jahr hindurch, doch gibt es eine regenarme und eine regenreiche Jahreszeit.

Die regenarme Jahreszeit, in der die Flüsse ihren niedrigsten Wasserstand haben und im Oberlauf meist nicht schiffbar sind, herrscht vom Mai bis Anfang Oktober. Dann setzen die Regen mehr und mehr ein und das Wasser der Flüsse beginnt zu steigen, nur langsam, oft nur wenige Zentimeter für den Tag, auch sinkt es wieder etwas, bis es von neuem anschwillt. So wachsen die Flüsse allmählich, bis sie Ende Dezember oder im Januar über die Ufer treten, meilenweit in die Wälder eindringen und mit den Seen in Verbindung treten. Von Ende März an vermindern sich die Regengüsse wieder, und demnach findet der höchste Wasserstand in den Flüssen von März bis Juni statt, je nachdem das Gebiet näher oder weiter von der Mündung entfernt ist. Das Steigen des Flufswassers ist sehr beträchtlich, es erreicht bei Manáos zuweilen 20 Meter Höhe, während eine solche von 10 bis 15 Meter an den Unterläufen der Flüsse die Regel ist.

Die den Überschwemmungen ausgesetzten Wälder, die „Vargem" oder „Igapo" genannt werden, sind aus einer Menge von Baumarten zusammengesetzt, unter denen sich Palmen von seltener Pracht hervortun. Die Bäume heben sich, da sie lichter stehen als in manchen anderen Wäldern, mehr voneinander ab und sind oft voll entwickelt mit ausgebreiteter Krone. Dazwischen befindet sich ein lockeres Unterholz, das streckenweise einer Bodenvegetation Platz gibt. Oft sieht man auch weite Gebiete mit Zwergpalmen, Marautaceen, Heliconien und Farnkräutern gesellig bestanden. In diesen Wäldern wächst zwischen anderen Bäumen zerstreut, aber in einem bestimmten Verhältnis Hevea brasiliensis und ragt mit ihrer schlanken Krone zu gleicher Höhe wie jene empor. Das Waldgebiet, das von Überschwemmungen freibleibt, wird Terra firme genannt und unterscheidet sich wesentlich von dem Überschwemmungsgebiet durch andere Baumarten und die gröfsere Mannigfaltigkeit derselben. Hier findet man Hevea brasiliensis nicht, sondern nur einige Hevea-Arten, die einen Kautschuk zweiter Qualität liefern. Im Quellgebiet der Flüsse

Madeira, Purus und Jurui, wo man kein Überschwemmungsgebiet mehr unterscheiden kann, kommt dagegen Hevea brasiliensis oder eine verwandte Art vor, die den besten und reichsten Kautschukertrag gibt. Diese weit im Innern, in dem sogenannten Centro liegenden Kautschukwälder, die also der Terra firme zuzurechnen sind, bedecken sogar niedere Gebirgszüge.

Ein großer Teil der Wälder am Amazonenstrome und an seinen Nebenflüssen ist heutigestags für die Kautschukgewinnung erschlossen und von der Regierung parzelliert und verkauft worden. Solche meist oberflächlich vermessene Waldgebiete erstrecken sich längs dem Flußufer 1—10 und mehr Kilometer weit und besitzen eine Tiefe, die selten 5 Kilometer übersteigt. Man nennt diese abgemessenen Waldgebiete, welche von einem Besitzer oder dessen Gerenten verwaltet werden, „Seringal“ oder in der Mehrheit „Seringaes“, während die Kautschuk sammelnden Leute „Seringueiros“ genannt werden. Diese Bezeichnung gilt auch für den Besitzer, der jedoch von seinen Leuten als Patrão angeredet wird.

Um einen Seringal in Betrieb zu setzen, muß man sich zunächst Arbeiter verschaffen. Soweit man Arbeiter nicht aus anderen Besitzungen entnehmen kann, werden solche in den großen Städten, besonders im brasilianischen Staate Ceará angeworben. Diesen Leuten werden oft die Fahrt, die Arbeitsgeräte und die notwendigsten Bedürfnisse vorgeschossen, wofür sie meist später Ersatz zu leisten haben; auch müssen sie anfangs für ihren Herrn bei den ersten Einrichtungen gegen freie Verpflegung arbeiten.

Zunächst wird für den Besitzer ein Baracão, eine Art Blockhaus auf Pfählen, an einer hoch gelegenen Stelle errichtet, woselbst das Haus sowohl vor Hochwasser sicher ist als auch von dem Flusse aus leicht gesehen werden kann. Außer den Wohnräumen gehört zu einem solchen Hause noch ein Verkaufsladen und der Aufbewahrungsort für den Kautschuk. Zugleich werden Wege in den Wald eröffnet, die sogenannten Estradas, die meist in einem Bogen durch den Wald zum Ausgangspunkte zurückführen und ungefähr 100 bis 120 Kautschukbäume berühren. Die Anlage dieser Estradas oder Straßen beruht auf der regelmäßigen Verteilung der Kautschukbäume in den Wäldern. Sie wird meist von besonders waldeskundigen Leuten, den Matteiros, ausgeführt. Ein Seringal, in dem sich die verschiedenen Straßen vielfach kreuzen, besitzt deren an 20 bis einige Hundert. In der Nähe der Waldstraßen werden einfache Baracken für die Sammler gebaut. Hat der Seringueiro Familie, so lebt er mit dieser

allein; die Unverheirateten wohnen gewöhnlich mit mehreren zusammen. Sehr bescheiden sind die Lebensbedürfnisse eines solchen Seringueiro. Eine Hängematte mit Moskitonetz, einige Töpfe zum Kochen, Teller und Trinkgefäfse, dazu ein Koffer mit den notwendigen Kleidungsstücken machen oft aufser der Flinte und den Werkzeugen seine ganze Habe aus. Von Nahrungsmitteln ist die Farinha d'aqua, ein auf nassem Wege bereitetes Mandiokamehl, das wichtigste, aufser-



Fig. 2. **Seringal „Belem" am Juruá.**
Nach photographischer Aufnahme von Georg Huebner in Manáos. 1903.

dem fehlen Reis und Bohnen, Kaffee und Zucker selten im Haushalt. Die fleischige Nahrung wird durch Jagd und Fischfang verschafft.

Bei dem Kautschuksammeln arbeitet der Seringueiro selbständig und erhält den gewonnenen Kautschuk nach Abzug verschiedener Abgaben nach dem Werte bezahlt. Jedem Seringueiro werden zum Bewirtschaften, wie es am Purus und Juruá üblich ist, zwei Strafsen zuerteilt, die er einen um den anderen Tag anzapft.

Noch ehe die Sonne um 6 Uhr aufgegangen ist, begibt sich der Seringueiro mit einer kleinen Axt (Machadinho) nebst einigen anderen Gegenständen und mit einer Flinte für die Jagd versehen auf den Weg zur Arbeit. Die Axt ist an einem langen Stiel befestigt und besitzt nur eine kleine Schneide, an der oft Kerbe angebracht sind,

damit sie nicht zu tief in die Rinde eindringen kann. Kommt nun der Seringueiro an den ersten Kautschukbaum, der, insofern er schon angezapft ist, an den Narben leicht erkannt wird, so führt er einen Schlag mit der Axt gegen denselben aus, wobei sie bis auf den Splint dringt und die Rinde etwas umbiegt. Eine solche schräge



Fig. 3. **Kautschuksammler beim Anzapfen des Baumes.**
Nach photographischer Aufnahme von Georg Huebner in Manáos. 1904.

Wunde wird dem Baume immer an einer bestimmten Stelle beigebracht, und zwar genau über der früheren, so dafs eine ganze Reihe von Narben entsteht, die Geração genannt wird. Wieviel Wunden man jedesmal einem Stamme anschlägt, hängt von dessen Dicke ab. Kann ein Mann den Stamm bequem umfassen, so erhält er eine, wenn dazu zwei Mann nötig sind, zwei bis vier und selten mehr. Ist eine Reihe von Wunden, die immer von unten angefangen wird, so hoch geworden, dafs sie der Seringueiro nicht mehr erreichen kann, so wird neben derselben eine neue angelegt. Wenn schon lange ausgenutzte

Bäume am unteren Stammteil keine Milch mehr geben, so errichtet man ein einfaches Gerüst, auf das der Seringueiro steigt, um den Stamm weiter oben anzuzapfen. Diese Vorrichtung ist aber nicht besonders empfehlenswert.

Nachdem der Seringueiro dem Baume eine Wunde beigebracht hat, greift er schnell zu einem kleinen Blechbecher und drückt diesen mit dem scharfen Rande in die Rinde unterhalb der Wunde fest, damit die auslaufende Milch in denselben fliefsen kann. Diese Arbeit wiederholt sich nun bei jedem Baume; dabei mufs der Seringueiro oft durch Sümpfe waten oder auf Baumstämmen über Waldbäche steigen und immer acht geben, dafs er keinen Stamm unter den vielen anderen Bäumen übersieht. Ehe er die ganzen hundert oder mehr Kautschukbäume abgelaufen hat, ist die Zeit verflossen, es ist 10 Uhr, selbst Mittag geworden, bis er auf der bogenförmigen Strafse wieder zu seiner Baracke gelangt ist.

Zuweilen gestattet es das Terrain nicht, eine Strafse im Bogen anzulegen; sie hat dann nur eine Richtung, an deren Ende der Seringueiro einige Stunden verstreichen lassen mufs, damit die Milch sich sammelt. Er benutzt diese Zeit meist, um irgend ein Wild für sein Mahl zu erlegen, sei es auch nur einen Affen oder ein Eichhörnchen.

Nach kurzer Rast und nach einem einfachen Frühstück begibt er sich nun wieder mit einer gröfseren Blechkanne, die 10—20 Liter fafst, „Balde" oder „Frasco" genannt, auf den früheren Weg und entleert die Milch aller Blechbecherchen in dieselbe, um dann mit gefüllter Kanne wieder zurückzukehren. Die entleerten Blechbecher werden in der Nähe des Baumes oft an Zweigen aufbewahrt.

Die heimgebrachte Kautschukmilch darf nicht lange stehen, damit sie nicht vorzeitig gerinnt, sondern es mufs alsbald zum Räuchern derselben geschritten werden. Der Seringueiro begibt sich in eine kleine Hütte, welche mit Palmenblättern gedeckt ist, und schüttet die Milch in eine grofse Blechschüssel. Sogleich wird ein Feuer angezündet, über das ein tönernes, krugartiges, mit Palmenfrüchten angefülltes Gefäfs gestülpt wird. Man nennt dieses, etwa einen halben Meter hohe Gefäfs, das unten offen und erweitert ist und oben eine kleinere Öffnung hat, Boião. Die angebrannten Palmenfrüchte, in deren Ermangelung man auch besondere Holzarten nimmt, entwickeln bald einen kräftigen Rauch. Nun greift der Seringueiro zu der sogenannten Forma, einer Holzscheibe, welche an einem Stiel befestigt ist, übergiefst dieselbe mittels eines Löffels oder einer Cuia (der halben

Fruchtschale von Crescentia Cujete) mit Kautschukmilch und schiebt und dreht sie schnell über dem warmen Rauch. Bald gerinnt nun die Milch an der Scheibe, und beim jedesmaligen Aufschütten und Drehen im Rauche bildet sich eine neue Schicht, so dafs zuletzt ein dicker Ballen entsteht. Wird dieser so schwer, dafs ihn der Seringueiro nicht mehr halten kann, so stützt er ihn durch eine hölzerne Gabel und dreht ihn mit Bequemlichkeit weiter.

Hat der Seringueiro alle Milch zum Gerinnen gebracht und seinen Ballen mehr und mehr vergröfsert, so dürfte es ungefähr 4–5 Uhr nachmittags geworden sein. Er kann nun an seine häusliche Tätigkeit denken und sich sein Mittagsmahl bereiten. Oft geht er zu diesem Zwecke mit Netz oder Angel noch vorher auf den Fischfang. So verläuft bei dem fleifsigen Arbeiter ein Tag wie der andere, und nur an Sonn- und Feiertagen sowie bei Regenwetter ruht er aus. Wenn Wasser in die Blechbecher läuft, so macht es die Kautschukmilch zum Räuchern untauglich, deshalb hört die Ernte zur Regenzeit auch da auf, wo keine Überschwemmungen die Strafsen unter Wasser setzen. Am Ende der Woche liefert der Seringueiro gewöhnlich die angefertigten Kantschukballen, welche etwa 10 bis 30 Kilo schwer sind, an den Besitzer des Seringals ab. In einigen Gegenden ist es üblich, die Ballen bis zu einer bestimmten Gröfse zu formen. Die kleineren Ballen geben besseren Kautschuk; so sind die vom oberen Madeira als eines der besten Produkte bekannt.

Soll ein Ballen abgetrennt werden, so wird an der dem Stiel der Forma entgegengesetzten Seite mit einem scharfen Messer ein Schnitt gemacht und die Forma durchgestofsen. Die Kautschukballen müssen nun noch eine Zeitlang der Luft ausgesetzt werden, da sie noch sehr viel Wasser enthalten, das langsam ausschwitzt.

Von dieser hier geschilderten Methode der Kautschukgewinnung gibt es in den verschiedenen Gegenden mancherlei Abweichungen. So wird am Madeira, der durch ein besonders fruchtbares Gebiet fliefst, jedem Seringueiro nur eine Strafse zuerteilt, in welcher er dann Tag für Tag die Bäume anzapft. Am Rio Negro, wo ein anderer ähnlicher Kautschukbaum, nämlich Hevea discolor, wächst, enthält jede Strafse 300 bis 500 Bäume, weil sie kleiner sind und dichter stehen.

Besondere Sorgfalt mufs übrigens auf das Räuchern der Kautschukmilch verwendet werden, damit der Ballen keine schlechten, breiigen Stellen bekommt und dadurch an Wert verliert. Solch minder-

wertiger Kautschuk wird als Entrefina bezeichnet. Auch die übriggebliebenen Reste von Kautschuk lassen sich noch verwerten und werden als Wickelgummi oder Sernambyj besonders gesammelt.

Die Seringueiros, welche ein recht primitives Waldleben führen, setzen sich aus den verschiedensten Elementen zusammen. An den Flüssen, die schon länger dem Verkehr eröffnet waren, wie am Rio Negro und Madeira, verwendet man zum Kautschuksammeln vielfach



Fig. 4. **Kautschuksammler in der Hütte beim Räuchern des Kautschuks.**
Nach photographischer Aufnahme von Georg Huebner in Manáos. 1904.

Indianer oder die mit Brasilianern europäischer Abkunft gemischten Nachkommen derselben.

Am Purus und Juruá dagegen, deren Gebiete vielfach erst in der neuesten Zeit zugängig gemacht wurden, werden als Seringueiros vorwiegend Brasilianer aus den Nordoststaaten, namentlich aus Ceará angeworben. Da diese meist Landarbeiter sind, müssen sie sich den neuen Lebensverhältnissen erst anpassen und verschiedene Verrichtungen erlernen. Sie werden zuerst als Wilde oder „Bravos" bezeichnet zum Unterschied von schon Eingewohnten, den Zahmen oder „Mansos". Aufser dem Kautschuksammeln mufs der Seringueiro auch in der Jagd, im Rudern und Fischefangen und anderen Dingen einige

Übung und Erfahrung haben, um seinen Platz auszufüllen und sich ein erträgliches Dasein zu verschaffen. Der gröfste Teil seiner Tätigkeit wird aber vom Kautschuksammeln in Anspruch genommen; durch dieses verschafft er sich auch sein Einkommen. Der Seringueiro ist verpflichtet, den von ihm gewonnenen Kautschuk an den Besitzer abzuliefern, von dem die Lieferung gebucht und nach der Ernte, also im Januar, bezahlt wird. Der Preis mit einem kleinen Abzug richtet sich nach dem jeweiligen Marktpreise in den grofsen Städten Pará und Manáos. Entweder berechnet sich der Besitzer Prozente, wie es am üblichsten ist, oder er vermietet die Strafsen für eine bestimmte Menge Kautschuk. So verlangt er für die Benutzung einer Strafse pro Jahr 25 Kilo Kautschuk oder noch mehr.

Die Zeit der Kautschukernte dauert gewöhnlich von Ende Mai oder Anfang Juni bis Ende Dezember oder Januar. Sobald die hohen Überschwemmungen eingetreten sind, ziehen die Seringueiros, wenn sie nicht auf dem trockenen Lande einen Zufluchtsort haben, in kleine Baracken, die in der Nähe der grofsen Baracke (Baração) vom Besitzer errichtet sind. Hier helfen sie ihrem Patrão bei mancherlei Arbeiten, als Bauten, Bäume fällen und Holz spalten, das auf den vorbeifahrenden Dampfern zum Heizen benutzt wird.

Rechnet man die Erntezeit auf 6, höchstens 8 Monate und zieht davon die Sonn- und Feiertage und die Regentage ab, so ergeben sich im Mittel ungefähr 120 Arbeitstage für das Jahr. Der Ertrag des Kautschuks einer Strafse für den Tag ist nach den Gegenden ein recht verschiedener, er schwankt zwischen 1 und 10 Kilo. An den unteren Flufsläufen berechnet man den täglichen Ertrag auf 2 bis 5 Kilo, was einem Jahresertrag von etwa 300 bis 400 Kilo entspricht. Dagegen werden im Hinterlande der oberen Flufsläufe weit höhere Erträge erzielt, die sich im Jahre etwa auf 500—800 Kilo belaufen; ja, es sind Fälle vorgekommen, wo einzelne Seringueiros über 1000 Kilo Kautschuk geerntet haben. Recht wechselnd ist am Amazonenstrom auch der Wert des Kautschuks, denn dieser ist teils von dem veränderlichen Marktpreise in Europa und Nordamerika abhängig, teils von dem schwankenden Geldkurse der Landesmünze.

In der neueren Zeit hat der Paragummi Marktpreise von 7 bis 14 Mark für ein Kilo durchgemacht, und kann man wohl den mittleren Wert auf 10—12 Mark annehmen. Für den Seringueiro gehen von diesem Werte zunächst $^1/_4$ an Steuern ab, wozu noch kleinere Unkosten und die Prozente des Besitzers kommen. Den jährlichen Verdienst eines Kautschuksammlers kann man bei gewöhnlichen Verhält-

nissen ungefähr auf 1500—2000 Mark an den unteren Flufsläufen und auf 2000—3600 an dem Quellgebiet der Flüsse annehmen.

Sind jedoch alle Umstände günstig, so kann ein solcher Verdienst sich fast auf 10 000 Mark steigern. Ein Seringueiro hat aber auch nicht unbeträchtliche Ausgaben; alle seine Bedürfnisse, selbst einen Teil der Lebensmittel, mufs er sich von seinem Patrão kaufen, denn am Amazonenstrome wird fast keine Landwirtschaft betrieben. Durch den langwierigen Transport auf den Dampfern und den Gewinn, den



Fig. 5. **Sortieren und Einpacken des Kautschuks in Manáos.**
Nach photographischer Aufnahme von Georg Huebner in Manáos. 1904.

der Besitzer für sich beansprucht, steigern sich die Preise der Waren oft bis zu einer enormen Höhe. So kommt es vor, dafs ein Kilo Kaffee 20 Mark, ein Sack Salz 150 Mark und eine Flasche Zuckerrohrbranntwein 5 Mark kosten. Der Wert der Waren, die der Seringueiro erhebt, wird ihm angeschrieben und später von der Bezahlung des Kautschuks abgezogen. Oft ereignet es sich, dafs die Ausgaben den Wert des geernteten Kautschuks übersteigen; dann wird der Seringueiro dem Besitzer verschuldet und mufs seine Schulden im nächsten Jahre wieder abarbeiten, wenn er nicht in dauernder Abhängigkeit bleiben will. In früheren Zeiten sind die Arbeiter von

ihren Patrões meist übervorteilt und um den Gewinn ihrer Arbeit betrogen worden, wie es zuweilen noch jetzt geschieht.

Seringueiros, die fleifsig und sparsam sind und einige Intelligenz besitzen, verdienen indessen oft viel Geld und gelangen dann wohl auch in den Besitz eines eigenen Seringals. Die meisten aber verschwenden den erlangten Gewinn bald wieder auf Reisen, die sie nach ihrer Heimat unternehmen. In der Zeit nach der Kautschukernte von Januar bis April herrscht in den grofsen Städten Pará und Manáos



Fig. 6. **Station Foz de Copéa am Solimões (mittlerer Amazonenstrom); rechts am Rande „Hevea brasiliensis".**
Nach photographischer Aufnahme von E. Ule. April 1903.

ein flottes Treiben, Theater, Zirkus, Hotels und Kaufleute machen gute Geschäfte durch die Seringueiros, welche ihr Geld ausgeben, um dann von neuem den Erwerb zu beginnen.

Von den vielen, welche nach dem Amazonenstrome gezogen sind, um dort ihr Glück zu machen, gelingt dies nur wenigen, denn die einen erliegen Krankheiten, die anderen finden harte Arbeit und Entbehrungen.

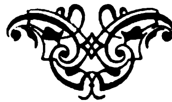
Es ist hier hauptsächlich die Gewinnung von Paragummi behandelt worden, der mehr als $^2/_3$ alles Kautschuks vom Amazonenstrome ausmacht. Neben diesem und einigen Kautschuksorten von

geringerer Bedeutung gibt es aber noch den sogenannten Caucho der Peruaner, der von einer Castilloa-Art gewonnen wird. Bisher ist dieser Baum für Castilloa elastica angesehen worden, die schon als Kautschuklieferant für Mittelamerika erwähnt wurde. Der Baum vom Amazonenstrome ist aber erst kürzlich als eigene Art „Castilloa Ulei" erkannt und beschrieben worden. Man findet ihn meist entfernt von den Flüssen in den Wäldern des Innern, wo er oft zu riesigen Exemplaren gedeiht. Bei Gewinnung dieses Kautschuks wird Raubbau getrieben, indem man die Bäume fällt und die Milch mit einem Male abzapft. In sehr primitiver Weise wird die Kautschukmilch in Erdlöchern zum Gerinnen gebracht und kommt dann in grofsen, schmutzigen Fladen in den Handel. Die ganze Gewinnung dieses Caucho wird wegen des damit verbundenen, mehr abenteuerlichen Lebens den Peruanern überlassen. Um den Caucho auszubeuten, kommen die Peruaner, da er in Peru selbst vielfach schon verschwunden ist, als sogenannte Caucheiros in Menge nach Brasilien. Der Castilloa-Kautschuk gilt gewöhnlich nur halb so viel wie der Paragummi; seine Gewinnung lohnt aber auch, da er auf einfachere Weise geerntet wird.

Der meiste Kautschuk kommt mit den Dampfern in den Monaten Dezember bis April in den Städten an, wo er verzollt und den Exporteuren übergeben wird. In besonderen Magazinen wird der Kautschuk dann gewogen, sortiert und gebucht. Dabei werden die grofsen Ballen in der Mitte durchschnitten, um ihre Beschaffenheit genau prüfen zu können. Erst dann werden sie in Kisten verpackt und nach Nordamerika oder Europa verschickt.

Der Kautschukhandel gibt dem ganzen Gebiete des Amazonenstromes seine Bedeutung und liefert den gröfsten Teil zu den Staatseinnahmen. Durch ihn wurden zahlreiche grofse Nebenflüsse, auf welchen jetzt viele gröfsere und kleinere Dampfer verkehren, bis zu ihrem äufsersten Ende erschlossen. Aber auch der Welthandel beginnt sich mehr und mehr auszudehnen, da der Amazonenstrom wie kein anderer Strom der Welt weit hinauf von Ozeandampfern befahren werden kann. Namentlich Manáos gleicht jetzt einem Seehafen, wo monatlich englische, deutsche, italienische und zuweilen amerikanische Dampfer verkehren. Dafs zuzeiten in den Zentren des Handelsverkehrs auch viel Geld zusammenfliefst, sieht man an den Einrichtungen dieser Städte, die ganz der neueren Kultur angepafst sind. So überrascht Manáos durch seine breiten, offenen Strafsen, durch seine elektrischen Strafsenbahnen und elektrische Beleuchtung sowie seine Prachtbauten.

Noch nimmt die Ausfuhr von Kautschuk bei dem steigenden Bedarf jährlich zu und wird noch lange eine Quelle des Aufschwunges jener Gegenden sein, bis einmal die Wälder erschöpft sind oder man durch die Kultur der Kautschukbäume gröfsere Mengen dieses so nützlichen Produktes auf den Markt bringen wird.





Über die Entstehung des Petroleums.

Von Dr. W. Gothan in Berlin.

Es ist ein eigenartiges Schicksal in der Naturwissenschaft, dafs gerade das Alltäglichste, Gewöhnlichste häufig seiner Entstehung und Ursache nach am wenigsten aufgeklärt ist. Trotz der riesigen Fortschritte, die die Naturwissenschaften in dem letzten Jahrhundert gemacht haben, trotz ständig fortgesetzten eifrigsten Studiums stehen wir der Lösung mancher Probleme so fern als je. Zu diesen Problemen, über die schon unendlich viel Tinte verschrieben ist, ohne dafs ein geschlossenes Resultat erzielt wurde, gehört auch die Entstehung des Petroleums, dieses trotz Gas und Elektrizität noch immer unentbehrlichen „flüssigen Gesteins". Diese so ungemein verbreitete, an gewissen Stellen der Erde in so ungeheuren Quantitäten auftretende Substanz hat natürlich seit langem das Interesse der Naturforscher erregt, und die Frage nach der Entstehung des Steinöls hat schon viel Kopfzerbrechen verursacht.

Gerade jetzt, wo in der Provinz Hannover, in der Gegend von Wietze und Steinförde, viel Petroleum erbohrt worden ist, scheint es angebracht, über diese Frage etwas Näheres zu erfahren, zumal in allerletzter Zeit unsere Anschauungen in dieser Richtung um ein Bedeutendes gefördert worden sind. — Betreffs der Gewinnung des Petroleums sei nur kurz bemerkt, dafs es durch Anbohren der Erdrinde, durch Bohrlöcher, gewonnen wird, aus denen es zunächst von selbst ausfliefst, ja oft meterhoch emporspritzt, bis der unten herrschende Druck nachläfst und man genötigt ist, es mit Pumpen aus der Tiefe heraufzuheben. Das frisch aus dem Bohrloch kommende Petroleum ist nicht etwa gleich gebrauchsfertig; es bedarf erst eines Reinigungsprozesses, der Raffination, wodurch man aus dem oft fast schwarzen Rohpetroleum — aufser den Nebenprodukten — das bekannte wasserhelle Handelspetroleum erhält.

Wir wenden uns nunmehr der Frage nach der Entstehung des Petroleums zu und wollen zunächst einige ältere Theorien und auf unser Problem bezügliche Beobachtungen besprechen. Nachdem man

erkannt hatte, dafs die Steinkohlenlager organischen Ursprungs sind, d. h. aus organischen Wesen, nämlich aus Pflanzen, hervorgegangen sind, drängte sich dieselbe Ansicht auch für das Petroleum auf, nur dafs man hier tierische Reste für die Urmaterialien hielt. Zwar hat ein berühmter Chemiker, der Russe Mendelejew, angenommen, dafs das Erdöl sich direkt durch Vereinigung von Kohlenstoff, der als Kohlensäure in der Luft und im Boden in Menge vorhanden ist, und Wasserstoff bilde — das Petroleum ist nämlich ein Gemisch flüssiger Kohlenwasserstoffe —, jedoch hat sich diese Ansicht schon darum keines besonderen Beifalls zu erfreuen gehabt, weil dafür sprechende Beobachtungen, die allein einer blofsen Hypothese Festigkeit verleihen können, aus der Natur selbst fehlten.

Mehr für sich hat die Annahme der Entstehung aus Tierresten, da hierfür direkte Belege aus der Natur beizubringen sind. Man hat nämlich in Amerika in den Schalen vorweltlicher ausgestorbener Tiere, sogenannter Ammoniten, Petroleum gefunden, das der Natur der Sache nach nur herrühren konnte von dem Körper des Tieres, das die Schale bewohnt hatte und in das Gestein eingebettet worden war. Man kennt ferner eine grofse Anzahl Gesteine, die zahlreiche Reste von vorweltlichen Tieren enthalten und von organischer Substanz so stark durchtränkt sind, dafs sie beim Anschlagen einen eigentümlichen stinkenden Geruch verbreiten; es sind die sogenannten bituminösen Gesteine (nach der genannten Eigenschaft auch Stinkkalke, Stinkschiefer genannt), die beim Erhitzen in geschlossenen Gefäfsen, also beim Destillieren, Steinöl abgeben. Auch hier liegt der Schlufs nahe, dafs der Bitumengehalt oder der Ölgehalt, von der Zersetzung der ehedem in den Schalen vorhanden gewesenen, jetzt verschwundenen Tierkörper herrühre. Solche Stinkkalke und Stinkschiefer besitzen auf der Erde eine ungeheure Verbreitung und können sehr wohl zur Entstehung gewaltiger Mengen von Steinöl Veranlassung gegeben haben. Sind die Stinkkalke besonders feinkörnig und homogen, so sind sie ein wichtiges Material zur Asphaltierung der Strafsen. Sie werden fein gemahlen und dann mit heifsem Stampfeisen auf den Strafsen zusammengestampft, wodurch sie infolge des Bitumengehaltes wieder zusammenbacken und festes Gestein bilden wie an dem Orte, wo sie gewonnen werden. Die Leser, die in Grofsstädten wohnen, haben sicherlich schon oft diese Art der Asphaltierung auf den Strafsen beobachtet. Solche gleichmäfsig feinkörnigen Gesteine geben nun zu denken, indem man in ihnen meist nur äufserst wenige Tierreste findet, deren Körper natürlich nicht ausgereicht haben können,

um das Mineral so stark mit Bitumen, d. h. Kohlenwasserstoffen zu durchtränken. Man griff daher zu der Ausflucht, dafs das Bitumen in diese Gesteine von aufsen hineinfiltriert sei, wobei aber die Frage offen blieb, woher es denn komme. Ferner haben aber diese Gesteine häufig eine so dichte, feste Beschaffenheit, dafs man wiederum nicht begreift, wie denn das Bitumen ein so festes Gefüge durchdrungen haben soll.

Inzwischen erhielt die Theorie, die die Entstehung des Petroleums aus Tierresten annahm, dadurch eine weitere Stütze, dafs es dem Chemiker Engler in Karlsruhe gelang, Petroleum künstlich aus Tierresten im Laboratorium herzustellen. Dadurch war jedenfalls direkt erwiesen, dafs das Petroleum Tierkörpern seine Entstehung verdanken kann. Später trat dieser Annahme jedoch eine andere Hypothese entgegen. Einige Chemiker (Krämer und Spilker) hatten aus einem Seeschlamm ein Wachs herausdestilliert, das bei weiterer Umsetzung und Destillation Petroleum ähnliche Öle lieferte. Sie nannten dieses Wachs „Algenwachs", in der Meinung, dafs sie in dem benutzten Schlamm eine Anhäufung jener im Wasser zu Millionen und Abermillionen lebenden mikroskopisch kleinen Pflanzen vor sich hätten, die man Algen nennt. Sie glaubten speziell, es mit einer Ablagerung von jenen kleinen, mit Kieselpanzern versehenen Algen, den zierlichen Diatomeen, zu tun zu haben, die im lebenden Zustande in ihrem Körper etwas Öl enthalten. Dem Leser ist solche „Diatomeenerde" vielleicht unter dem Namen „Kieselgur" bekannt; sie wird namentlich bei der Dynamitfabrikation in grofsen Mengen gebraucht. Da die Chemiker später hörten, dafs auch noch andere Algen Öl führen, änderten sie ihre Meinung dahin ab, dafs sie auch diese für die Bildung ihres „Algenwachses" verantwortlich machten. Da in der Tat diese winzigen, oft nur wenige Tausendstel Millimeter grofsen Wesen in ihrer Gesamtheit mächtige Lager bilden, so war die Annahme dieser Forscher nicht von der Hand zu weisen; auch sie hat ihre Anhänger gefunden.

Wir haben somit zwei entgegengesetzte Anschauungen über unseren Gegenstand: Auf der einen Seite wird die Entstehung des Petroleums aus Tierresten, auf der anderen diejenige aus Pflanzenresten behauptet. Welche ist nun die richtige, und wie sollen wir hier eine Entscheidung treffen, da beide Anschauungen durch das Experiment wohlbegründet scheinen? Nachdem wir gesehen haben, dafs die oben besprochenen bituminösen Gesteine, als in ungeheurer Menge und Verbreitung auftretend, wahrscheinlich dasjenige Material darstellen, denen

das Petroleum entstammt, werden wir auf unsere Fragen am ehesten eine Antwort erhalten, wenn wir die Entstehungsweise dieser im allgemeinen aufdecken, hierüber werden wir am besten Klarheit erlangen, wenn wir uns vergegenwärtigen, wie solche Gesteine noch heute entstehen. Früher war man in der Geologie der Ansicht, dafs in den Jahrmillionen zurückliegenden Zeiten, in denen z. B. die Steinkohlenlager entstanden, alles oder vieles anders gewesen sein müsse als heute, dafs damals andere Kräfte auf der Erde tätig waren als jetzt. Von dieser Ansicht ist man ständig mehr abgekommen. Der Satz des Ben Akiba „Es ist alles schon einmal dagewesen" bewahrt auch hier, wie so oft, seine erprobte Gültigkeit. Je mehr die Forschung in der Geologie fortschreitet, desto mehr kommt man zu der Ansicht, dafs in den Perioden, aus denen uns organische Reste überhaupt erhalten sind, Verhältnisse auf dem Erdball geherrscht haben, die sich — abgesehen von den Einflüssen der heutigen Kultur — mit den heutigen durchaus in Parallele stellen lassen. Mag auch das Klima im allgemeinen früher gleichmäfsiger auf der Erde gewesen sein, mögen Zeiten gewaltiger vulkanischer Tätigkeit die ruhige Entwickelung der Erde unterbrochen haben, mögen die Pflanzen, die Tiere andere geworden sein, die allgemeinen Existenzbedingungen waren doch seit ungeheuren Zeiträumen ähnliche, seit Zeiträumen, gegen die die Spanne menschlicher Zeitrechnung nur eine Sekunde, ein Pulsschlag der Ewigkeit ist.

Das, was uns jetzt als fester Sandstein, Schiefer, Tonschiefer usw. entgegentritt, war nicht immer festes Gestein. Vor undenklichen Zeiten waren diese Gesteine weicher, zerreiblicher Schlamm oder Sand. Seit den Millionen von Jahren aber, seit dies der Fall war, haben sich die Bestandteile mehr und mehr verfestigt und verkittet, ein Vorgang, den der gewaltige Druck der später darüber abgelagerten Gesteinsmassen befördert hat. Auch das, was jetzt weicher Sand und Schlamm ist, wird nach Millionen von Jahren in festes Gestein verwandelt sein. Wenn wir also heute Ablagerungen studieren wollen, die den bituminösen Gesteinen entsprechen und dereinst ebenfalls solche bilden werden, dürfen wir natürlich nicht erwarten, diese Ablagerungen schon als wirkliche, feste Gesteine vorzufinden. Entsprechend ihrem jungen Alter werden sie noch schlammig-weiche Beschaffenheit haben, im übrigen aber müssen sie — ihren Bestandteilen und insbesondere ihrem chemischen Verhalten nach — mit den fertigen bituminösen Gesteinen übereinstimmen. Solche Ablagerungen sind in der Tat durch die eifrigen Forschungen des Geologen und Botanikers Potonié aufgefunden worden, und zwar in solcher Menge, dafs man begreift,

woher die Massen der bituminösen Gesteine der Vorzeit stammen. Wir haben bereits ein solches in der Bildung begriffenes „Gestein" vorhin erwähnt: es ist dasselbe, aus dem die Chemiker das „Algenwachs" und Petroleum gewonnen hatten. Ein Irrtum von ihrer Seite jedoch war die Annahme, dafs sie es mit Diatomeenerde (Kieselgur) zu tun hätten. Es finden sich zwar auch Kieselalgen darin, jedoch nur in geringer Menge. Die grofse Masse des Schlamms besteht aus den Resten aller der Organismen, die ehedem das Wasser, auf dessen Grund der Schlamm abgelagert wurde, bevölkerten. Es sind Reste von Insekten und jenen winzigen Krebschen, die man in frisch geschöpftem Seewasser so häufig flink herumschiefsen sieht, ferner Reste von Land- und Wasserpflanzen, namentlich aber auch von jenen ungemein kleinen Algen, die oft ganze Wasserflächen mit grüner Farbe überziehen. „Das Wasser blüht," wie das Volk sagt. Diese Algen enthalten oft beträchtliche Mengen öliger Substanz, und Potonié war der Ansicht, dafs der Öl- und Wachsgehalt des Schlammes zum bedeutenden Teil auf Rechnung dieser „Ölalgen", der Wasserblüte, zu setzen sei. Leider gelingt es nur schwer, ein genügend grofses Quantum dieser wenige Tausendstel Millimeter grofsen Wesen zu erhalten, um direkt die Möglichkeit der Ölgewinnung daraus zu beweisen. Im Sommer 1904 wurden an das Ufer des Wannsees bei Berlin grofse Massen solcher Wasserblüte vom Winde angetrieben und aufgesammelt. Ein entsprechendes Quantum davon wurde dann demselben Chemiker, der, wie erwähnt, aus Tierresten Petroleum hergestellt hatte, zur Untersuchung übersandt, und es gelang ihm, aus diesen Pflanzen — trotz ihrer Kleinheit sind es durchaus echte Pflanzen — ein Öl herzustellen, das dem Petroleum sehr ähnlich ist und selbst als Petroleum bezeichnet werden kann. Hiermit war der Beweis geliefert, dafs gewisse Pflanzen — und zwar sehr gewöhnliche Pflanzen — ebensogut wie die Tiere zur Bildung von Petroleum Veranlassung gegeben haben können. Wie man sieht, liegt auch bei dieser Frage der richtige Weg in der Mitte zwischen den herrschenden Extremen: Nicht das Tier, nicht die Pflanze allein sind für die Bildung des Petroleums verantwortlich zu machen, sondern beide zusammen haben unter gewissen Bedingungen zur Entstehung des Mineralöls beigetragen.

Der Schlamm — Faulschlamm oder Sapropel wird er in der Wissenschaft genannt —, aus dem die beiden Chemiker Krämer und Spilker ihr „Algenwachs" hergestellt hatten, ist eine Ablagerung, die sehr wenig fremde, insbesondere sehr wenig mineralische Beimengsel enthält, er besteht fast allein aus den oben erwähnten

organischen, teils pflanzlichen, teils tierischen Resten. Dieser Schlamm wird beim Trocknen ungeheuer fest und hart, so dafs es unmöglich ist, Stücke davon zu zerbrechen oder zu zerschlagen. In diesem trockenen Zustand erinnert dieser Schlamm lebhaft an ein wohlbekanntes Kohlengestein, an die Cannel- oder Boghead-Kohle, die hier und da in allen Kohlenbezirken, besonders aber in Australien in ungeheuren Mengen auftritt und daselbst Landschaften bildet, die einigermafsen an unsere „Sächsische Schweiz" erinnern. Diese Cannelkohle wird oder wurde abgebaut und zur Fabrikation von Petroleum benutzt. Sie entspricht, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, auch nach ihren Bestandteilen genau dem oben besprochenen Schlamm. Immerhin sind diese Cannelkohlen, die sich von den gewöhnlichen Steinkohlen äufserlich durch matten Glanz und die grofse Festigkeit auszeichnen, etwas nicht sehr Häufiges, ebenso wie dies mit dem heutigen Vorkommen der reinen, organischen Faulschlamme der Fall ist. In den weitaus meisten Fällen treten mineralische Bestandteile, wie namentlich Kalk und Ton hinzu — Kalk namentlich in Süfswasserbildungen, Ton bei Ablagerungen im Meere —. Als solche ist besonders der Schlick des Wattenmeeres der Nordsee zu nennen, jener schwarze, beim Trocknen grau werdende, schlüpfrige Schlamm. Diese stark mit mineralischer Substanz durchsetzten Schlamme entsprechen dem, was wir oben als „bituminöse Gesteine" bezeichnet haben. Im Laufe der Jahrhunderttausende zersetzen sich dann die organischen Bestandteile dieser Gesteine in der Weise, dafs sie immer mehr „bituminös" werden, immer mehr Petroleum-Bestandteile enthalten. Daher geben die fertigen, fossilen Gesteine weit mehr Petroleumöle als die jetzigen, ganz jungen.

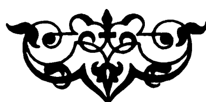
Da es keineswegs immer grofse Tiere sind, die in den Schlammen und Gesteinen das Bitumen erzeugen, vielmehr gerade die kleinsten, nur im Mikroskop wahrnehmbaren Lebewesen, verstehen wir auch, warum gröfsere Tierreste in diesen Ablagerungen so selten sind. Die Kleinwesen sind natürlich dem blofsen Auge nicht wahrnehmbar; unter dem Mikroskop sind sie meist auch nur in jüngeren Ablagerungen noch sichtbar, da sie sich bei gröfserem Alter des Gesteins vollständig zersetzen. Immerhin hat man in einigen Fällen in schon sehr alten Gesteinen noch Kieselalgen, Schwammnadeln, Krebstiere, Algen u. a. nachweisen können, Bestandteile, die ja auch in den heutigen entsprechenden Ablagerungen eine Hauptrolle spielen.

Nachdem wir diejenigen Gesteine, die wir als die Urmaterialien des Petroleums ansehen müssen, kennen gelernt haben, bleibt noch

zu erörtern, wie das Petroleum selbst daraus entstanden ist. Hierfür gibt uns die Art und Weise einen Fingerzeig, wie man im Laboratorium aus ihnen Petroleum gewinnt. Wir haben gesehen, dafs dies durch Destillation geschieht. Besonders ergiebig gestaltet sich das Verfahren, wenn man neben der Wärme zugleich Druck, d. h. Druckdestillation anwendet. Beide Faktoren sind auch in der Natur wirksam: Die Wärme liefern vulkanische Vorgänge, den Druck die über dem Petroleumgestein lagernden Schichten. Vielleicht ist Wärme nicht so vonnöten, da sich, wie oben erwähnt, in Ammonitenschalen das Petroleum ohne besondere Wärmemitwirkung gebildet hat, und manche Gesteine, die nie mit vulkanischen Herden in Berührung gekommen sind, ohne weiteres sehr stark nach Petroleum riechen. Zur Austreibung desselben genügt vielleicht schon Druck. Allerdings müssen weitere Forschungen hier Klarheit schaffen.

Schliefslich noch einige Worte über das ungemein häufige Zusammenvorkommen von Salz und Petroleum. Dieses findet man so oft, dafs manche Techniker das Auftreten einer Salzsole, d. h. stark salzhaltiger Wässer im Bohrloch, für ein Anzeichen der Nähe von Petroleum halten. Früher nahm man an, dafs durch Übertreten von stark salzhaltigem in normal salziges oder süfses Wasser ein grofses Sterben der darin befindlichen Lebewesen hervorgerufen werden kann und dafs die Leichname dann zur Bildung des Petroleums Veranlassung gegeben hätten. Aber schon der Umstand, dafs diese Hypothese eine Katastrophe voraussetzt, die etwas Ungewöhnliches, Seltenes ist, spricht dagegen. Es ist ein besonderer Vorzug der oben entwickelten neuen Theorie, dafs die vorausgesetzten Bedingungen alltäglich zusammenwirkende und sicher zu allen Zeiten vorhanden gewesene sind und die Theorie so die grofsen Massen des vorhandenen Petroleums und seiner Urmaterialien verständlich macht. Potonié erklärt nun den Zusammenhang zwischen Salz und Petroleum dahin, dafs die Meeresflachküsten einerseits, die abflufslosen Salzsteppengebiete andererseits sich besonders zur Bildung solcher Schlamme und Ablagerungen, die als Grundgesteine des Petroleums zu betrachten sind, eignen. Es sei nur an das Wattenmeer der Nordsee erinnert, ferner an die zahllosen seichten Haffe und Strandseen unserer Ostseeküste, die ungeheuer viel von solchen Schlammen enthalten. Betreffs der Salzsteppen sei auf die Kirgisensteppen am Kaspischen Meer hingewiesen, welche mit zahllosen Tümpeln von stark salzhaltigem Wasser bedeckt sind, die nach dem Forscher A. F. Stahl solche Schlammgesteine in Menge enthalten.

So klärt sich in einfachster Weise der Zusammenhang zwischen Salz und Petroleum, ohne dafs Katastrophen zu Hilfe genommen werden müfsten. Ja, wir können hervorheben, dafs der Salzgehalt die Faulschlammbildung insofern begünstigt, als die Reste der abgestorbenen Organismen durch eben diesen Salzgehalt besonders gut konserviert werden, ein Umstand, der für die spätere Zersetzung dieser Organismen zu Bitumen nur von Vorteil sein kann.





Binnenschiffahrt und Kanalprojekte in den Vereinigten Staaten von Amerika.

Von F. Linke in Berlin.

In der Sitzung des grofsen Ausschusses des Zentralvereins für Hebung der deutschen Flufs- und Kanalschiffahrt hielt Herr Baurat Contag Ende vorigen Jahres einen Vortrag über das obige Thema, der jetzt in der Zeitschrift für Binnenschiffahrt (1905 No. 1) abgedruckt ist.

Von den 8000 km der während der Jahre 1820 bis 1890 in den Vereinigten Staaten gebauten künstlichen Wasserstrafsen sind danach im Laufe dieser Zeit meist wegen zu kleiner Abmessungen, aber auch wegen unzeitgemäfser Anlage oder weil sie mit der Zeit durch andere moderne Verkehrsmittel überholt worden sind, 3000 km wieder aufgegeben worden, so dafs der gegenwärtige Bestand an schiffbaren Kanälen etwa 5000 km beträgt, eine Zahl, die von Deutschland mit 6000 km überholt und von Frankreich mit 5000 km erreicht wird. Die in Amerika vorhandenen Binnenschiffahrtsstrafsen finden sich in drei Hauptgebieten, im Gebiete der Küstenkanäle am Atlantischen Ozean, hauptsächlich in Pennsylvanien, im Gebiete der „grofsen Seen“ und des Hudson-Stromes und im Mississippigebiete. Während die im Küstengebiete befindlichen künstlichen Wasserstrafsen alt sind und wegen ihrer geringen Abmessungen nur untergeordnete Bedeutung haben, hat sich im zweitgenannten Gebiete auf den Wasserstrafsen mit ca. 2300 km Gesamtlänge und 250 000 qkm Wasserfläche, die für Schiffe mit einem Tiefgang von 6 bis 7 m eingerichtet sind, ein sehr bedeutender Schiffahrtsbetrieb entwickelt. Schliefslich hat das Mississippigebiet für den Ausbau eines weiten Netzes von Wasserstrafsen noch eine grofse Zukunft.

Die „grofsen Seen“ an der Grenze Canadas haben bekanntlich sehr verschiedene Höhenlagen über dem Meeresspiegel, und zwar liegt

der Obere See 183 m, der Michigan- und Huron-See 177 m, der Erie-See 174 m und der Ontario-See 75 m hoch. Die schiffbare Verbindung des Oberen mit dem Huron-See erfolgt mit Hilfe grofser Schleusenanlagen bei Sault St. Marie, die des Huron-See mit dem Erie-See durch den Detroit-Flufs und seine Seitenkanäle. Das 99 m betragende Gefälle vom Erie- zum Ontario-See wird durch die grofsartigen Niagarafälle natürlich überwunden, schiffbar jedoch auf der nördlichen kanadischen Seite durch den Welloud-Kanal, der bei 4,2 m Wassertiefe Schiffe von etwa 1500 t trägt, auf der südlichen amerikanischen Seite durch den Erie-Kanal. Dieser steht durch den Hudson-Strom mit dem Meere bei New York in Verbindung, während jener mittels der von der kanadischen Verwaltung erbauten Umgehungskanäle bei den Stromschnellen des St. Lorenz-Stromes seinen Abstieg zum Meere findet.

Der Mississippi steht mit den grofsen Seen sowohl unmittelbar wie mittelbar in Verbindung, unmittelbar durch den Illinois-Michigan-Kanal mit dem Michigan-See, mittelbar durch den Ohio und die beiden diesen Strom mit dem Erie-See verbindenden, im Jahre 1830 erbauten Kanäle, den Miami-Kanal und den Ohio-Kanal. Alle sind aber nur für kleine Fahrzeuge befahrbar, der Illinois-Michigan-Kanal für solche bis höchstens 170 t, die beiden letzteren sogar nur bis 80 t Tragfähigkeit.

Während sich die mittlere Hochebene Nordamerikas zur Anlage von schiffbaren Wasserstrafsen sehr wenig eignet, ist die östliche Hälfte des Landes, das Mississippi-Becken, hervorragend dazu geeignet. Es sind daher dort schon einige neuere Kanäle geplant, die von den einzelnen Staaten zum Teile mit Unterstützung der Bundesregierung ausgeführt werden sollen. Bemerkenswert ist von ihnen der seit 1892 im Bau begriffene Illinois-Mississippi-Kanal, auch Hennepin-Kanal genannt, der bei Hennepin vom Illinois-Flufs abzweigt, durch den schiffbar gemachten Rock-Flufs nach dem oberen Mississippi geht und bei Rock-Island in diesen einmündet. Die gesamte Länge des Kanals beträgt 120 km. Der Aufstieg vom Illinois zur Scheitelhaltung mit einer Höhe von 60 m wird durch 21 Schleusen überwunden, der Abstieg zum oberen Mississippi erfordert 10 Schleusen. Der Kanal ist für einen Verkehr mit 600 t-Schiffen berechnet; er hat einen Querschnitt von 25 m mittlerer Breite und 2,10 m Tiefe, seine Kosten sind auf 30 000 000 M., also etwa 250 000 M. pro Kilometer, veranschlagt.

Von Chicago nach St. Louis ist ferner ein Grofsschiffahrtsweg von 600 km Länge und über 4 m Fahrtiefe geplant. Der Anfang zu

diesem Projekt ist schon gemacht worden mit dem in den Jahren 1892 bis 1900 von der Stadt Chicago mit einem Kostenaufwande von 160 Millionen M. zunächst für ihre Stadtentwässerung erstellten, 50 km langen Chicago sanitary and ship-channel, dessen Querschnitt bei 50 m geringster Sohlbreite und 7 m Fahrtiefe den der gröfsten bisher erbauten Seekanäle übertrifft. Es ist beabsichtigt, ihn mit einer Wassertiefe von mindestens 4,25 m weiterzuführen und ev. nach grofsartigen Regulierungen des Mississippi auf 6 m Fahrtiefe zu bringen. Um den vorhandenen Kanal mit dem Illinois-Flufs in schiffbare Verbindung zu bringen, werden noch etwa 50 Millionen M. aufzuwenden sein. Gegenwärtig endet der Kanal bei Lockport mit einem grofsen Abschlufs- und Regulierungswehr in einem grofsen Wendebecken. Hier soll ein Wasserkraftwerk zur Erzeugung elektrischer Energie für die Zwecke des Schiffahrtsbetriebes ausgeführt werden. Dadurch werden bei Chicago nicht weniger als 21 Strafsen- und 14 Eisenbahnbrücken mit beweglichem Überbau nötig, die nicht in der Form der zweiarmigen Drehbrücken mit dem die Schiffahrt hindernden Mittelpfeiler, sondern als einarmige Dreh- oder Klappbrücken mit 50 bis 60 m Spannweite auszuführen sind.

Interessant ist die Herstellung des Kanals im Felsenterrain. Dort arbeiteten Spezialbohr- und Stanzmaschinen 25 m von der Mittellinie zu jeder Seite einen 10 cm breiten senkrechten Schlitz bis zu einer Tiefe von 2 bis 3 m in den Boden hinein; der zwischen den Schlitzen stehen gebliebene Block wurde herausgesprengt. Dadurch wurde das teure Nacharbeiten der Seitenränder vermieden.

Die Weiterführung des Kanals bis St. Louis wird noch etwa 110 Millionen M. erfordern. Dann wäre die grofse Mittellandwasserstrafse Chicago — St. Louis — New Orleans verwirklicht, die den jetzt schon enormen Wasserverkehr von Chicago noch erheblich steigern und nach Fertigstellung des Panamakanals seine Handelsbeziehungen bis nach Asien ausdehnen würde.

Das dritte grofse Binnenschiffahrtsprojekt, der neue Erie-Kanal, von Buffalo bis zum Hudson, ist durch die Bewilligung der Kredite in der Höhe von 425 Millionen M. seitens des Staates New York bereits gesichert. Er soll in sieben Jahren fertiggestellt werden und würde dann in Verbindung mit der Seenkette und dem Chicago — St. Louis-Kanal eine für Schiffe mit 3,5 m Tiefgang benutzbare Binnenschiffahrtsverbindung zwischen New York und New Orleans, dem Atlantischen Ozean und dem Golf von Mexiko, mit einer Gesamtlänge von 4000 km bilden und den ganzen ungeheuren Güterverkehr der

berührten Landesteile aufnehmen. Der alte, 1817 bis 1825 erbaute Erie-Kanal ist 586 km lang, an der Sohle 17 m, am Wasserspiegel 21 m breit und 2,5 m tief. Sein Gesamtgefälle von 174 m wird durch 72 Kammerschleusen überwunden, die jedoch nur einen sehr primitiven Ausbau besitzen. Im ganzen und grofsen behält der neue Erie-Kanal die Linienführung des alten bei. In der mittleren Strecke zwischen Clyde und New London jedoch wird der alte Kanal auf etwa 112 km verlassen, um die geplante Baugröfse einhalten zu können. Dadurch wird der Kanal um 36 km verkürzt, und die Zahl der Schleusen wird nur 42 betragen, 30 weniger als beim alten Kanal, womit 174 m Gefälle überwunden werden. Die Wassertiefe soll mindestens 3,75 m betragen, die Sohlenbreite 22,9 m und der Wasserquerschnitt des Kanals nicht weniger als 102 qm; er soll zur Aufnahme von Schiffen für 1000 t Tragfähigkeit geeignet sein. Die Schleusenkammern sind zur Aufnahme von zwei Schiffen von 100 m Länge bei 8,6 m Weite geplant; sie werden doppelt ausgeführt, so dafs 4 Schiffe gleichzeitig durchgeschleust werden können. Der Abstieg zum Hudson-Flufs geschieht in einer 37,5 m Gefälle überwindenden Kammerschleusentreppe. — Die Speisung des Kanals erfordert eine grofse Menge von Zubringerkanälen und fünf neue Sammelbecken; es werden im Tage etwa 1 092 000 cbm Wasser während der Schiffahrtsperiode gebraucht. — Beachtenswert ist, dafs neben dem Kanal zwischen Buffalo und New York mehrere sehr leistungsfähige Eisenbahnlinien, so die viergleisige New Yorker Zentralbahn, parallel herlaufen!





Die Bewegungen der Nebelflecke im Visionsradius.

Die Versuche, die Bewegungen der Nebelflecke in der Richtung auf uns zu oder von uns weg durch die Messung der Verschiebung der Nebellinien im Spektroskope festzulegen, datieren ungefähr so weit zurück wie die entsprechenden Versuche bei den Fixsternen. Sie waren, wie diese, anfangs wenig erfolgreich, weil die Instrumente nicht vollkommen genug zur Bewältigung dieser äufserst subtilen Aufgabe waren.

Im Jahre 1890 gelang es durch die Einführung der photographischen Methode in Potsdam (Vogel und Scheiner), die Bewegungen der Fixsterne im Visionsradius mit einer überraschenden Genauigkeit zu bestimmen, und heute verfügt man durch die Fortentwickelung dieser Methode wesentlich in den Händen der amerikanischen Astronomen bereits über ausgedehnte Resultate auf diesem Gebiete.

Den entsprechenden Fortschritt bei den Nebelflecken erreichte ebenfalls 1890 der leider früh verstorbene Astronom Keeler auf der Lick-Sternwarte, aber nicht mit Hilfe der Photographie, sondern durch die direkte Beobachtung.

Der grofse Refraktor der Lick-Sternwarte gab genügende Helligkeit, um bei den helleren Gasnebeln die Hauptnebellinien auch bei der starken Zerstreuung eines Gitterspektroskops ihrer Lage im Spektrum nach noch messen zu können, doch gehörte die Ausführung dieser Messungen zu den schwierigsten Problemen der Beobachtungskunst.

Wegen der Lichtschwäche der Nebellinien konnten die gewöhnlichen Mefsmethoden nicht in Anwendung kommen; Keeler hatte daher ein neues Verfahren benutzt. In das Mikrometer wurde ein dicker Faden eingesetzt, dessen Durchmesser genau der Breite der Spektrallinien entsprach, so dafs bei exakter Einstellung die Nebellinie gerade hinter dem Faden verschwand. Ein etwa noch vorhandener Lichtschimmer auf einer Seite des Fadens zeigte an, dafs die Einstellung noch nicht genau war. Mit Hilfe dieses Verfahrens gelang es

Keeler, für eine Reihe der helleren Gasnebel die Geschwindigkeiten im Visionsradius mit einer solchen Genauigkeit zu erhalten, dafs seine Resultate für alle Zeiten als grundlegende zu betrachten sind.

Von verschiedenen anderen Astronomen wurde dann späterhin versucht, die photographische Methode, die sich bei den Fixsternen so vorzüglich bewährt hatte, auch auf die Nebelflecke anzuwenden. Der Erfolg war aber wesentlich geringer, da nur die drei oder vier hellsten Nebel hierzu genügend lichtstark waren. Bei diesen dürfte allerdings die erlangte Genauigkeit etwas höher sein als die auf optischem Wege erreichte.

Vor kurzem ist nun eine Untersuchung von Scheiner und Wilsing erschienen (Untersuchungen an den Spektren der helleren Gasnebel, angestellt am grofsen Refraktor. Publikationen des Astrophys. Observ. zu Potsdam; No. 47), in welcher dieselben die Geschwindigkeitskomponenten für die neun hellsten Nebel in ähnlicher Weise wie Keeler auf optischem Wege gemessen haben.

Die Verhältnisse lagen bei den Potsdamer Beobachtungen etwas weniger günstig als bei denjenigen auf der Lick-Sternwarte, da das Spektroskop, ebenfalls ein Gitterspektroskop, weniger lichtstark war; vor allem aber bedingte die nördlichere Lage, dafs die südlicheren Nebel nur bei tiefem Stande beobachtet werden konnten; es mufsten alle südlich des Äquators gelegenen Nebel mit Ausnahme des Orionnebels ausgeschlossen werden.

Das am grofsen Refraktor des Potsdamer Observatoriums angebrachte Spektroskop, welches als Spektralphotometer eingerichtet ist und bereits zur Ermittelung des Helligkeitsverhältnisses der Hauptnebellinien gedient hat, besitzt eine Collimatorlinse von 40 mm Öffnung und 60 cm Brennweite, während das Beobachtungsfernrohr bei gleicher Öffnung nur 40 cm Brennweite hat. Mit der entstehenden Verkleinerung der Bilder von 3:2 ist demnach eine Vermehrung der Lichtstärke von 4:9 verbunden. Das ebene Rowlandsche Gitter enthält 14 438 Linien auf den Zoll und gibt in der dritten Ordnung, welche allein benutzt wurde, eine sehr starke Dispersion.

Die vorzügliche Keelersche Beobachtungsmethode hätte natürlich auch bei den Potsdamer Untersuchungen benutzt werden können; die Herren Scheiner und Wilsing haben indessen prinzipiell eine andere Methode verwendet, da die Vergleichung der Resultate der zwei Beobachtungsreihen mehr Wert besitzen wird, wenn sie auf verschiedenem Wege erhalten sind. Da die gewöhnlichen Beobachtungsmethoden bei den lichtschwachen Nebellinien nicht verwendbar sind,

so mufste wiederum eine neue ersonnen werden, was auch nach zahlreichen Versuchen gelang, und zwar unter Benutzung der photometrischen Einrichtung des Spektroskops.

Die Verwendung einer künstlich erzeugten Lichtlinie als Mefsmarke bei schwachen Spektren ist schon erfolgreich von Vogel benutzt, doch waren hierbei noch Unvollkommenheiten vorhanden, welche die Messungen ungünstig beeinflufsten; es ist nämlich schwierig, die passende Helligkeit der Mefslinie exakt herzustellen und ihre Farbe in genaue Übereinstimmung mit derjenigen der betreffenden Spektralgegend zu bringen, was besonders wichtig für die Exaktheit der Messungen ist. Beide Übelstände konnten nun durch Verwendung des Photometers beseitigt werden, und zwar folgendermafsen: Das Photometer sitzt seitlich vom Spektroskopspalte; sein Licht wird durch zwei total reflektierende Prismen ins Spektroskop geworfen, so dafs in demselben zwei parallele Spektra der Photometerlampe erzeugt werden. Zwischen den beiden Prismen fällt das Licht des zu messenden Nebels auf den Spektroskopspalt, das Nebelspektrum ist also beiderseitig vom Photometerspektrum begrenzt. In das Mikrometer ist nun an Stelle des Fadens eine Metallplatte eingesetzt, welche in der Mitte mit einem breiten Spalte versehen ist, durch den hindurch man das Nebelspektrum sehen kann, während die beiden Photometerspektra verdeckt sind. Die Platte wird aber senkrecht zu diesem Spalte durch einen zweiten, sehr feinen Spalt durchquert, der aus den beiden seitlichen Spektren eine feine Linie herausblendet. Diese künstliche Linie ist natürlich genau von der Farbe des Spektralteils, auf den sie vermittels der Mikrometerschraube gerade eingestellt wird; ihre Helligkeit läfst sich durch das Photometer beliebig und ganz exakt regulieren.

Mit dieser Vorrichtung haben die Herren Scheiner und Wilsing sämtliche Beobachtungen ausgeführt, indem sie die Distanz zwischen der hellsten Nebellinie und einer nahe dabei befindlichen Linie des Eisenspektrums mafsen.

Wie fast alle feineren Messungen sind auch die vorliegenden nicht frei von persönlichen, konstant wirkenden Fehlern gewesen, die von den Beobachtern erst sorgfältig ermittelt werden mufsten, um die direkten Messungen zu korrigieren.

Die folgende Tabelle enthält die Endresultate der Messungen, zusammengestellt mit denjenigen Keelers. Die Geschwindigkeiten sind in Kilometern gegeben; ein Pluszeichen bedeutet, dafs der betreffende Nebel sich von uns entfernt, während Annäherung durch

Minus angedeutet ist. Die Nebel sind angegeben nach ihren Nummern im General Catalogue resp. New General Catalogue.

Nebel	Scheiner und Wilsing	Keeler	Differenz
G.C. 4234	— 32 km	— 34 km	+ 2 km
G.C. 4373	— 64 „	— 65 „	+ 1 „
G.C. 4390	— 7 „	— 10 „	+ 3 „
N.G.C. 6790	+ 40 „	+ 48 „	— 8 „
G.C. 4514	0 „	— 5 „	+ 5 „
N.G.C. 6891	+ 40 „	+ 41 „	— 1 „
N.G.C. 7027	+ 17 „	+ 10 „	+ 7 „
G.C. 4964	— 5 „	— 11 „	+ 6 „
Orionnebel	+ 15 „	+ 18 „	— 3 „

Hierzu bemerken die Beobachter folgendes:

„Bei einer durchschnittlichen Abweichung von 4 km zwischen den Beobachtungen eines Nebels von Keeler und uns beträgt das Mittel aller Differenzen nur + 1,3 km, ein Zeichen dafür, dafs im grofsen und ganzen die persönlichen Auffassungen sowohl bei Keeler als auch bei uns eliminiert sein dürften. Der stärkste Unterschied, 8 km, kommt bei N.G.C. 6790 vor, einem sehr schwierigen Objekte, für welches Keeler überhaupt keinen wahrscheinlichen Fehler angegeben hat, da nur 3 Beobachtungen vorliegen. Auffallend dagegen ist der verhältnismäfsig grofse Unterschied zwischen uns und Keeler bei dem sehr hellen Nebel N.G.C. 7027, der aufserhalb unserer mittleren Fehler liegt."

Der mittlere Fehler einer Keelerschen Bestimmung beträgt ± 3,9 km, derjenige einer Potsdamer Messung ± 3,2 km. Man kann demnach den Verfassern gewifs zustimmen, wenn sie berechtigt zu sein glauben, dafs es ihnen gelungen ist, trotz ungünstigerer optischer und atmosphärischer Verhältnisse das beabsichtigte Ziel zu erreichen: Die Bewegungskomponenten der helleren Gasnebel unter Verwendung einer anderen Mefsmethode mit einer der von Keeler erreichten vergleichbaren Genauigkeit zu ermitteln.

Wir besitzen demnach jetzt durch die Untersuchungen von Keeler sowie diejenigen von Scheiner und Wilsing bei den hellsten Gasnebeln recht genaue Kenntnisse in betreff ihrer Geschwindigkeit im Visionsradius. Wenn die Zahl dieser Nebel auch noch klein ist, so läfst sich doch jetzt schon erkennen, dafs ihre Geschwindigkeiten von derselben Ordnung sind, wie bei den Fixsternen; sie betragen im Mittel bei den 9 Nebeln 26 km.

Die Herren Scheiner und Wilsing haben beim Orionnebel die Geschwindigkeiten an verschiedenen Stellen gemessen, um zu

untersuchen, ob sich Unterschiede in dieser Beziehung zeigen, wie auf Grund von Spektralaufnahmen durch Vogel wahrscheinlich gemacht worden war. Aus den vorliegenden Untersuchungen sind aber etwaige Bewegungsdifferenzen im Orionnebel nicht nachweisbar.

P.



Verzeichnis der der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.

Dorr, R., Mikroskopische Faltungsformen. Ein physikalisches Experiment. Mit 4 Tafeln und 31 Textfiguren. Danzig, A. W. Kafemann. 1904.

v. Drygalski, E., Zum Kontinent des eisigen Südens. Deutsche Südpolarexpedition, Fahrten und Forschungen des „Gauß" 1901—1903. Georg Reimer, Berlin.

Engel, Th., Die wichtigsten Gesteinsarten der Erde nebst vorausgeschickter Einführung in die Geologie. 3. u. 4. Lieferung. Ravensburg, Otto Maier.

Engel, Th. und Karl Schlenker, Die Pflanze, ihr Bau und ihre Lebensverhältnisse. Ravensburg, Otto Maier.

Fisher, J., Kurze Einleitung in die Differential- und Integralrechnung. Mit 11 Figuren im Text. Leipzig, B. G. Teubner, 1904.

Fortschritte der Physik. Halbmonatliches Literaturverzeichnis. Dargestellt von der Deutschen Physikalischen Gesellschaft. Redigiert von Karl Scheel und Richard Aßmann. 3. Jahrgang 11—24. 4 Jahrgang 1—4.

Frech, F., Aus der Vorzeit der Erde. (Aus Natur und Geisteswelt.) B. G. Teubner, Leipzig.

Gander, P. M., Schöpfung und Entwickelung. I. Teil: Die Erde, ihre Entstehung und ihr Untergang. Mit 28 Textillustrationen und einer Spektraltafel. II. Teil: Der erste Organismus. Mit 28 Textillustrationen. III. Teil: Die Abstammungslehre. Mit 28 Textillustrationen. (Naturwissenschaftliche Bibliothek.) Benziger, Köln a. Rh., 1904.

Gazert, Dr., Die deutsche Südpolarexpedion, ihre Aufgaben, Arbeiten und Erfolge. Leipzig, Joh. Ambros. Barth, 1904.

Haberlandt, G., Die Sinnesorgane der Pflanzen. Leipzig, Joh. Ambros. Barth, 1904.

Hesse, R., Abstammungslehre und Darwinismus. II. Auflage. Mit 37 Figuren im Text. (Aus Natur und Geisteswelt.) B. G. Teubner, Leipzig 1904.

Heiderich, F., Länderkunde von Europa. Mit 8 Textkärtchen, Profilen und einer Karte (Sammlung Göschen).

Jacobi, A., Tiergeographie. Mit 2 Karten (Sammlung Göschen). Leipzig, Göschenscher Verlag.

Jacobi, M., Das Weltgebäude des Kardinals Nikolaus v. Cusa. Ein Beitrag zur Geschichte der Naturphilosophie und Kosmologie in der Frührenaissance. Berlin, Alb. Kohler, 1904.

Jahrbuch der meteorologischen, erdmagnetischen und seismischen Beobachtungen. Neue Folge. VIII. Band: Beobachtungen des Jahres 1903. Herausgegeben von der Abteilung „Geophysik“. (Veröffentlichungen des Hydrographischen Amtes der Kaiserl. und Kgl. Kriegsmarine in Pola.) Pola, 1904.

Keller, K., Das Elektro-pneumatische Motorsystem der Atmosphäre als ein Teil des allgemeinen Natur-Mechanismus. Zweite umgearbeitete Auflage. Zürich, 1904, Raschers Erben.

Kiesel, A., Die Welt des Sichtbaren. Mit neun Abbildungen. R. Voigtländers Verlag, Leipzig, 1905.

Klein, F., Über eine zeitgemäfse Umgestaltung des mathematischen Unterrichts an den höheren Schulen. Leipzig, B. G. Teubner, 1904.

Kayser, E., Abrifs der geologischen Verhältnisse Kurhessens. Mit einer geologischen Karte. Marburg, Elwertscher Verlag, 1904.

Kneller, S. J., K. Alois. Das Christentum und die Vertreter der neueren Naturwissenschaft. Freiburg i. B., Herderscher Verlag, 1904.

Kösters, Wilhelm, Der Gummidruck (Encyklopädie der Photographie No. 51). Mit einem Titelbild, 4 Bildertafeln und 22 Figuren. Halle a. S., Wilh. Knapp, 1904.

Kraepelin, K., Naturstudien im Garten. Plaudereien am Sonntagnachmittag. Ein Buch für die Jugend. Mit Zeichnungen von O. Schwindrazheim. Zweite Auflage. Leipzig, B. G. Teubner, 1905.

— Naturstudien in Wald und Feld. Spaziergangsplaudereien. Ein Buch für die Jugend. Mit Zeichnungen von O. Schwindrazheim. II. Auflage. Leipzig, G. B. Teubner, 1905.

Lecointe, G, Im Reiche der Pinguine. Schilderungen von der Fahrt der Belgica. Mit 98 Abbildungen und 5 Karten. Ins Deutsche übersetzt von Wilh. Weismann. Halle a. S., Gebauer-Schwetschkescher Verlag, 1904.

Lehmann-Hohenberg, Naturwissenschaft und Bibel. Jena, Costenoblescher Verlag, 1904.

Marti, C., Die Wetterkräfte der strahlenden Planetenatmosphären. Nidau, E. Weber, 1904.

Moormann, C., Das Wesen der Elektrizität und des Magnetismus. Mit 23 Abbildungen im Text. Leipzig, Heinr. Mayer.

Müller, H., Anleitung zur Momentphotographie. Halle a. S., Wilh. Knapp.

Otto, R., Naturalistische und religiöse Weltansicht. Tübingen, J. C. B. Mohr, 1904.

d'Ocagne, M., Leçons sur la topométrie et la cubature des Terrasses. Paris Gauthiers-Villars, 1904.

Pahde, A., Erdkunde für höhere Lehranstalten. I. Teil: Unterstufe. Mit sechzehn Vollbildern und vierzehn Abbildungen im Text. II. Teil: Mittelstufe, erstes Stück. Mit 8 Vollbildern und drei Abbildungen im Text. Zweite, durchgesehene und verbesserte Auflage. Glogau, Carl Flemming, 1903.

Pizzighelli, G., Anleitung zur Photographie. Mit 222 in den Text gedruckten Abbildungen und 24 Tafeln, XII. Auflage. Halle a. S., Wilh. Knapp.

Pohle, L., Die Entwickelung des deutschen Wirtschaftslebens im IXX. Jahrhundert. Fünf Vorträge. (Aus Natur und Geisteswelt.) Leipzig, B. G. Teubner, 1904.

Poincaré, H., Leçons de mécanique céleste. Tome I. Théorie générale des perturbations planétaires. Paris, Gauthier-Villars, 1905.

Reinke, J., Philosophie der Botanik. Leipzig, Joh. Ambros. Barth. 1905.

Remus, K., Das Dynamologische Prinzip. Ein Wort zur einheitlichen Gestaltung des naturkundlichen Unterrichts. Leipzig, B. G. Teubner, 1904.

Rhumbler, L., Zellenmechanik und Zellenleben. Leipzig, Joh. Ambros. Barth, 1904.

Riecke, E., Beiträge zur Frage des Unterrichts in der Physik und Astronomie an den höheren Schulen. Vorträge, gehalten von O. Behrendsen, E. Boese, E. Riecke, J. Stark und K. Schwarzschild. Leipzig, B. G. Teubner, 1904.

Riehl, A., Hermann von Helmholtz in seinem Verhältnis zu Kant. Berlin, Reuther & Reichard, 1904.

Röhm, O., Mafsanalyse. Mit 14 Figuren. (Sammlung Göschen.) Leipzig, Göschenscher Verlag, 1904.

Schmid, B., Lehrbuch der Mineralogie für höhere Lehranstalten. I. Teil: Mineralogie. Mit zahlreichen schwarzen und farbigen Abbildungen. München, J. F Schreiber.

Soddy, M. A. — Ferd. Die Radioaktivität vom Standpunkt der Desaggregationstheorie, elementar dargestellt unter Mitwirkung von L. F. Guttmann in London. Übersetzt von G. Siebert. Mit 38 Abbildungen im Text und auf einer Tafel. Leipzig, Joh. Ambros. Barth, 1904.

Söhns, Fr., Unsere Pflanzen. Ihre Namenserklärung und ihre Stellung in der Mythologie und im Volksaberglauben. Dritte Auflage. Leipzig, B. G. Teubner, 1904.

Starke, H., Experimentelle Elektrizitätslehre. Mit besonderer Berücksichtigung der neueren Anschauungen und Ergebnisse. Mit 275 in den Text gedruckten Abbildungen. Leipzig, B. G. Teubner, 1904.

Souchon, A., La construction des cadrans solaires. Paris, Gauthier-Villars, 1905.

Treubert, Fr., Die Sonne als Ursache der hohen Temperatur in den Tiefen der Erde, der Aufrichtung der Gebirge und der vulkanischen Erscheinungen. Eine geophysikalische und geologische Skizze. München, Max Keller, 1904.

Veröffentlichungen des Königlichen Astronomischen Recheninstituts zu Berlin.
No. 24: Genäherte Oppositions-Ephemeriden von 43 kleinen Planeten für 1904 August bis Dezember. Unter Mitwirkung mehrerer Astronomen, insbesondere der Herren A. Berberich und P. V. Neugebauer, herausgegeben von J. Bauschinger.
No. 25: Abgekürzte Tafeln der Sonne und der grofsen Planeten von P. V. Neugebauer, Berlin, 1904.

Sauer, A., Mineralogie und Kristallographie. Abteilung I: Mineralkunde als Einführung in die Lehre vom Stoff der Erdrinde. Ein Abrifs der reinen und angewandten Mineralogie. Mit 26 farbigen Tafeln und mehreren hundert Textbildern. Stuttgart, Kosmos, Gesell chaft der Naturfreunde.

Wasman, S., J., Erich, Die moderne Biologie und die Entwickelungstheorie. Zweite Auflage. Mit 40 Abbildungen im Text und 4 Tafeln in Farbendruck und Autotypie. Freiburg i. B., Herderscher Verlag, 1904.

Weber, L., Wind und Wetter. Fünf Vorträge über die Grundlagen und wichtigen Aufgaben der Meteorologie. Mit 27 Figuren im Text und 3 Tafeln. (Aus Natur und Geisteswelt) Leipzig, B. G. Teubner, 1904.

Weinschenk, E., Grundzüge der Gesteinskunde. II. Teil: Spezielle Gesteinskunde mit besonderer Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse. Mit 133 Textfiguren und 8 Tafeln. Freiburg i. Br., Herderscher Verlag, 1905.

Wünsche, Die Pflanzen des Königreichs Sachsen und der angrenzenden Gegenden. Eine Anleitung zu ihrer Kenntnis. IX. Auflage. Leipzig, B. G. Teubner, 1904.

Ziegler, J. H., Die wahre Ursache der hellen Lichtstrahlung des Radiums. II. Auflage. Zürich, 1905.

Verlag: Hermann Paetel in Berlin. — Druck: Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin-Schöneberg.
Für die Redaktion verantwortlich: Dr. P. Schwahn in Berlin.

